



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

**НАУЧНЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР  
"БЕРЕГОЗАЩИТА"**

**Заказчик - "Специализированный Застройщик "Гранд Отель "Агой"**

**Реконструкция гидротехнических сооружений  
«Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул.  
Центральная 39. Пляжная зона**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

### **Раздел 13**

**Иная документация в случаях, предусмотренных  
законодательными и иными нормативными правовыми актами  
Российской Федерации**

#### **Подраздел 1**

**Рыбоводно-биологическое обоснование**

**ГТС/25/09-РБО**

**Том 13.1**

| Изм. | № док | Подп. | Дата |
|------|-------|-------|------|
|      |       |       |      |
|      |       |       |      |
|      |       |       |      |



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

**НАУЧНЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР  
"БЕРЕГОЗАЩИТА"**

**Заказчик - "Специализированный Застройщик "Гранд Отель "Агой"**

**Реконструкция гидротехнических сооружений  
«Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул.  
Центральная 39. Пляжная зона**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

### **Раздел 13**

**Иная документация в случаях, предусмотренных  
законодательными и иными нормативными правовыми актами  
Российской Федерации**

### **Подраздел 1**

**Рыбоводно-биологическое обоснование**

**ГТС/25/09-РБО**

**Том 13.1**

| Изм. | № док | Подп. | Дата |
|------|-------|-------|------|
|      |       |       |      |
|      |       |       |      |
|      |       |       |      |

**Директор, к.т.н.**

**Э.Х.Кушу**

**Главный инженер проекта**

**Э.Х.Кушу**

| Обозначение      | Наименование    | Примечание |
|------------------|-----------------|------------|
| ГТС/25/09-РБО-С  | Содержание тома | 3          |
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Текстовая часть | 4          |
| ГТС/25/09-РБО-П  | Приложения      | 258        |
|                  |                 |            |

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| Согласовано |  |  |
|             |  |  |
|             |  |  |
|             |  |  |
|             |  |  |

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
|              |  |
| Подп. и дата |  |
|              |  |
| Инв. № подл. |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |

|  |
|--|
|  |
|--|

|            |        |          |        |       |         |                 |  |  |                            |      |        |
|------------|--------|----------|--------|-------|---------|-----------------|--|--|----------------------------|------|--------|
|            |        |          |        |       |         | ГТС/25/09-РБО-С |  |  |                            |      |        |
|            |        |          |        |       |         |                 |  |  |                            |      |        |
| Изм.       | Кол.уч | Лист     | № док. | Подп. | Дата    | Содержание тома |  |  | Стадия                     | Лист | Листов |
| ГИП        |        | Кушу     |        |       | 05.2025 |                 |  |  | П                          |      | 1      |
| Разработал |        |          |        |       | 05.2025 |                 |  |  | ООО<br>«НПЦ «Берегозащита» |      |        |
|            |        |          |        |       |         |                 |  |  |                            |      |        |
|            |        |          |        |       |         |                 |  |  |                            |      |        |
| Н. контр   |        | Бобылева |        |       | 05.2025 |                 |  |  |                            |      |        |

## Оглавление

|                                                                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                                                                       | 5   |
| 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....                                                                                                                                                        | 7   |
| 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА .....                                                                                                                                                                        | 79  |
| 3 КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ<br>ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....                                                                                           | 83  |
| 4 РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОГО МОРЯ.....                                                                                                                                                | 95  |
| 5 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ<br>ОБИТАНИЯ .....                                                                                                                              | 130 |
| 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА<br>СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И СРЕДЫ ИХ<br>ОБИТАНИЯ .....                                                                        | 166 |
| 6.1 Потери водных биоресурсов от снижения продуктивности кормовых<br>организмов фитопланктона и зоопланктона, зообентоса и ихтиопланктона в<br>зоне повышенной мутности при строительстве бун ..... | 199 |
| 6.1.1 Потери водных биоресурсов от гибели ихтиопланктона в зоне повышенной<br>мутности .....                                                                                                        | 202 |
| 6.1.2 Потери ВБР от гибели кормовых организмов бентоса в зоне осаднения взвеси<br>(мутности).....                                                                                                   | 206 |
| 6.2 Потери ВБР от гибели кормовых организмов бентоса на площадях<br>повреждения дна водного объекта при строительстве и реконструкции бун (1-6)...                                                  | 210 |
| 6.3 Расчет вреда водным биоресурсам вследствие гибели бентоса при отсыпке<br>пляжа .....                                                                                                            | 214 |
| 6.4 Расчет вреда водным биоресурсам вследствие гибели бентоса при отсыпке<br>грунта в отвал при сооружении бун (1-6) .....                                                                          | 215 |
| 6.5 Потери ВБР от гибели кормовой базы рыб при работе экскаватора с<br>ковшом и крана с грейфером при устройстве бун (1-6) .....                                                                    | 216 |
| 7 МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОМПЕНСАЦИИ ВРЕДА, НАНОСИМОГО ВОДНЫМ<br>БИОРЕСУРСАМ.....                                                                                                                           | 223 |

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

**ГТС/25/09-РБО-ТЧ**

| Изм.       | Кол.уч | Лист     | № док. | Подп. | Дата    |
|------------|--------|----------|--------|-------|---------|
| ГИП        |        | Кушу     |        |       | 05.2025 |
| Разработал |        |          |        |       | 05.2025 |
|            |        |          |        |       |         |
|            |        |          |        |       |         |
| Н. контр   |        | Бобылева |        |       | 05.2025 |

Текстовая часть

| Стадия                     | Лист | Листов |
|----------------------------|------|--------|
| П                          | 1    | 254    |
| ООО<br>«НПЦ «Берегозащита» |      |        |



|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8 МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ ..... | 228 |
| 9 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ (РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ).....                               | 238 |
| ЛИТЕРАТУРА.....                                                                                                                  | 246 |
| ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....                                                                                              | 256 |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-----------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>2 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |           |

## Введение

Участок строительства расположен по адресу: Краснодарский край, Туапсинский район, с. Агой, ул. Центральная, 39. Участок проектирования охватывает полосу пляжа и подводную часть прибрежной зоны шельфа Черного моря.

Проведение строительно-монтажных работ в акваториях водоемов оказывает негативное воздействие на компоненты гидробиоценозов (фито- и зоопланктон, зообентос, ихтиофауна), так как ухудшает среду их обитания. При проведении работ по строительству гидротехнических сооружений в морских водоемах важно не только оценить прогнозируемое воздействие гидробиоценозы, но и сопоставить причиняемый водным биологическим ресурсам вред с фоновыми показателями морских экосистем. Особенно это касается наиболее продуктивной шельфовой зоны Черного моря, испытывающей в последнее время все более нарастающую антропогенную нагрузку.

В соответствии с действующим законодательством (ст. 50 ФЗ от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов») при территориальном планировании, градостроительном зонировании, планировке территории, архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности должны применяться меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания.

К таким мерам, в частности, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 29.04.2013 № 380 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания», относится оценка воздействия

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

планируемой деятельности на биоресурсы и среду их обитания, а также мероприятия по устранению последствий негативного воздействия.

При осуществлении хозяйственной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на биоресурсы и среду их обитания, юридические и физические лица, в том числе индивидуальные предприниматели, обеспечивают предусмотренную оценку воздействия планируемой деятельности на биоресурсы и среду их обитания, требования к материалам, которой устанавливаются в соответствии с п. 3 ст. 32 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

К мерам по сохранению биоресурсов и среды их обитания относится среди прочих выполнение условий и ограничений планируемой деятельности, необходимых для предупреждения или уменьшения негативного воздействия на биоресурсы и среду их обитания выполнения работ в водоохранных, рыбоохранных и рыбохозяйственных заповедных зонах.

Цель работы – на основе имеющихся данных и характеристике кормовой базы рыб (фитопланктон, зоопланктон, зообентос) оценить воздействие строительных работ на водные биоресурсы Черного моря в рамках реализации проектной документации по объекту *«Реконструкция гидротехнических сооружений «Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул. Центральная 39. Пляжная зона»*.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-----------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>4 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |           |

## 1 Исходные данные и технические решения

Местоположение объекта - Российская Федерация, Краснодарский край, муниципальный район Туапсинский, с. Агой, ул. Центральная, 39 пляжная зона гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» (рисунок 1).

Сооружения пляжной зоны и гидротехнических сооружений гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» расположены на земельном участке с кадастровым номером 23:33:0110001:845. Категория земель – земли населенных пунктов.

Проведение комплекса мероприятий по реконструкции пляжной зоны и гидротехнических сооружений гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» (пляжеудерживающих бун № 1 - № 6, подпорно-волноотбойных стен ПС-2 – ПС-4, волногасящего пляжа, плавательного бассейна) ведется в отведенных границах земельного участка с кадастровым номером 23:33:011001:845, гидротехнического сооружения с кадастровым номером 23:33:011001:765 и дополнительной площадки на иных земельных участках не требуется.



Рисунок 1 - Ситуационная схема участка проектирования

|                  |              |  |  |  |      |
|------------------|--------------|--|--|--|------|
| Инв. № подл.     | Взам. инв. № |  |  |  |      |
|                  | Подп. и дата |  |  |  |      |
| Изм.             | Лист         |  |  |  |      |
|                  | Кол.уч.      |  |  |  |      |
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |              |  |  |  | Лист |
| Подп.            |              |  |  |  | 5    |
| Дата             |              |  |  |  |      |

Существующие сооружения пляжной зоны гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» (турбазы «Волна») представляют четыре пляжеудерживающие буны (№3 - №6), подпорно-волноотбойную стену вдоль набережной с галечным пляжем.

Ширина пляжа до 15 м недостаточна для гашения энергии штормовых волн; местами пляж полностью отсутствует. Во время сильных штормов наблюдается заплеск волн и заброс гальки на набережную. Существующие буны не удерживают пляж от воздействия волн.

Существующая пляжная зона и гидротехнические сооружения представляют собой набережную протяженностью 250 м с искусственным пляжем и бунами.

На участке реконструкции возведено четыре буны (№3 - №6), которые разделяют набережную на три межбунных отсека. Буны длиной 38,80 - 59,60 м, шириной 3,3 – 7,20 м выполнены из бетонных массивов с устройством монолитной накрывочной плиты.

Для защиты от воздействия волн вдоль всей существующей набережной устроена волноотбойная стена общей длиной 236 м (без учета ширины бун). Конструктивно стена представляет собой гравитационное сооружение, выполненное на всем протяжении из сборных бетонных блоков с криволинейной морской гранью. Бетонные блоки высотой 2,5 м, шириной 1,0 м устроены на бетонном основании. Поверху бетонных блоков устроена монолитная накрывочная плита.

В районе бун имеются бетонные площадки и лестничные сходы для выхода на пляж.

В межбунных отсеках наблюдается дефицит пляжеобразующего материала. Имеются протяженные участки без пляжей, где волнение напрямую воздействует на бетонные конструкции волноотбойной стены.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-----------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>6 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |           |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |           |

Земельный участок полностью расположен в границах зоны с особыми условиями использования территории - водоохранная зона и прибрежно-защитная полоса Черного моря, площадь земельного участка - 8830 м<sup>2</sup>.

Технологическая последовательность работ по реконструкции гидротехнических сооружений и пляжной зоны гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» включает 3 этапа.

- строительство буны № 1;
- строительство буны № 2;
- реконструкция буны № 3;
- строительство искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 1 – № 2, бун № 2 - № 3;
- строительство подпорной стены ПС-3;
- строительство волноотбойной стены ПС-4;
- строительство лестничных сходов Л1 – Л3;
- строительство пандуса для инвалидов;

- реконструкция буны № 4;
- реконструкция буны № 5;
- реконструкция буны № 6;
- строительство искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 3 – № 4, бун № 4 - № 5, бун № 5 - № 6;

- демонтаж существующей волноотбойной стены;
- демонтаж существующих лестничных сходов;
  - реконструкция волноотбойной стены ПС-2, включающую лестничные сходы Л4 - Л9.

### Этап 3:

- строительство бассейнов с техническими помещениями.

### Строительство буны № 1

Работы по строительству буны № 1 ведут пионерным способом в три стадии:

- устройство тела буны (стадия 1);
- устройство головной части буны (стадия 2).
- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 3).

#### Стадия 1 – устройство тела буны:

- работы выполняют захватками длиной до 6,1 м (на длину секции бетонирования); при этом бетонирование тела буны выполняют на высоту ниже проектных отметок на 0,15 м, для обеспечения проезда технологического транспорта, с возможными повреждениями от него поверхности забетонированной ж.б. плиты буны;

- устраивают котлован глубиной 1,0-2,5 м (до залегания коренных грунтов ИГЭ-3, ИГЭ-4) на длину захватки грейфером гусеничного крана; котлован дорабатывают вручную водолазами;

- устанавливают на выравненную поверхность котлована металлические каркасы МК-1 – МК-4 размерами в плане 5х4 м, в углах которых размещены металлические трубы  $\varnothing$  630 мм толщиной стенки 10 мм; каркасы устанавливают гусеничным краном грузоподъемностью 50 т; заполняют каркасы МК камнем размером 400-600 мм экскаватором на

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 8    |

гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м<sup>3</sup>; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в металлический короб размерами 5,0х5,0х1,0 м объемом 25,0 м<sup>3</sup>;

- устанавливают вертикальные арматурные сетки Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм; проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой дополнительных арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическим каркасам МК; подводное приваривание сеток к установленным стержням Ø 14мм (А400) выполняется без дополнительного оборудования (боксы, камеры и т. д.) прямо в воде с применением электродов с водоотталкивающим покрытием;

- монтируют опалубку (секции длиной до 6,1 м, боковые и поперечные щиты) гусеничным краном; боковые щиты устанавливают по бокам проектируемой буны и скрепляют поверху связями, в нижней части щиты удерживают от бокового смещения засыпкой котлована камнем крупностью 300-400 мм; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в бадью-туфельку объемом 4,0 м<sup>3</sup> с размером выпускного отверстия не менее 0,9х0,9м; материал отсыпают с помощью гусеничного крана, разравнивание выполняют водолазами, после чего производят уплотнение камня кр. 300-400 мм виброуплотнителем гусеничного крана; поперечные щиты устанавливают в торцевой части секции и крепят к боковым щитам; в металлические трубы Ø 630 мм по углам каркасов МК устанавливают гильзы-пустотообразователи;

- омоноличивают каркасы МК по контуру гидротехническим бетоном толщиной не менее 0,5 м; подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 9    |



бетонной смеси в опалубку выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами; при этом бетонная смесь частично проникает внутрь каркасов МК включая арматурные элементы в работу;

- бетонируют монолитную железобетонную плиту толщиной не менее 0,35 м, армированную сеткой из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм поверх каркасов МК; подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;

- после набора гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе секции необходимой прочности (не менее 100%), опалубки и гильзы-пустотообразователи демонтируют;

- выполняют дополнительную отсыпку камнем крупностью 300-400 мм по дну вдоль тела буны (до проектных отметок) с разравниванием и уплотнением;

- устраивают буронабивные сваи (БНС) по углам каркасов МК: через металлические трубы  $\varnothing$  630 мм буровой установкой, смонтированной на стреле гусеничного крана, бурят скважины  $\varnothing$  400 мм на глубину не менее 1,0 м ниже поверхности скального грунта ИГЭ-4; в металлические трубы  $\varnothing$  630 мм и далее в пробуренные скважины погружают обсадные металлические трубы  $\varnothing$  406,4 мм толщиной стенки 10 мм; устанавливают арматурные каркасы  $\varnothing$  250 мм из 8 стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 7,5 м; бетонируют БНС путем подачи бетонной смеси бетононасосом с извлечением обсадной трубы; после набора

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>10 |
|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|      |         |      |        |       |      |                  |            |

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| металлические трубы Ø 630 мм и далее в пробуренные скважены погружают обсадные металлические трубы Ø 406,4 мм толщиной стенки 10 мм; устанавливают арматурные каркасы Ø 250 мм из 8 стержней Ø 14 мм (А400) длиной 7,5 м; бетонируют БНС путем подачи бетонной смеси бетононасосом с извлечением обсадной трубы; после набора |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

прочности бетона (не менее 100 %) устраивают металлический упор высотой 0,2 м в трубе  $\varnothing$  630 мм над верхней частью БНС;

- заполняют бетоном участки на местах демонтированных гильз-пустотообразователей.

После устройства секций № 1 и № 2 буны № 1 проектом предусмотрена переустановка сборных бетонных блоков размерами 2,0х1,0х1,0 м и 1,0х1,0х1,0 м северо-западной стороны временной разворотной площадки гусеничным краном грузоподъемностью 50 т. При этом блоки переустанавливают вплотную к боковой поверхности забетонированной секции № 2 (с морской стороны), пространство между секцией № 2 и блоками разворотной площадки засыпают галькой фр. 40-70 мм (пляжным материалом) до отметок поверхности буны, с обеспечением необходимой ширины проезда технологического транспорта для устройства секции № 3.

#### Стадия 2 - устройство головной части буны:

- устраивают котлован глубиной 1,5-1,7 м (до залегания коренных грунтов ИГЭ-3) на длину 12,22 м головного блока грейфером гусеничного крана; котлован дорабатывают ручную водолазами;

- монтируют опалубку (боковые и поперечный щиты) гусеничным краном; боковые щиты устанавливают по бокам проектируемого головного блока и скрепляют поверху связями, в нижней части щиты удерживают от бокового смещения засыпкой котлована камнем крупностью 300-400 мм; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в бадью-туфельку объемом 4,0 м<sup>3</sup> с размером выпускного отверстия не менее 0,9х0,9м; материал отсыпают с помощью гусеничного крана, разравнивание выполняют водолазами, после чего производят уплотнение камня кр. 300-400 мм виброуплотнителем

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 11   |

гусеничного крана; поперечный щит устанавливают в торцевой части секции и крепят к боковым щитам;

- устанавливают вертикальные, наклонные и горизонтальные арматурные сетки  $\varnothing$  14 мм (A400), размерами ячеек 200x200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм;

- бетонируют головной блок гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе; подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу смеси в опалубку выполняют стационарным бетононасосом с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;

- после набора гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе секции необходимой прочности (не менее 100%), опалубки демонтируют;

- выполняют дополнительную отсыпку камнем крупностью 300-400 мм по дну вдоль тела блока (до проектных отметок) с разравниванием и уплотнением.

Стадия 3 - устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности:

- выполняют очистку бетонной поверхности буны от строительного мусора после работ на стадии 1-2;

- устанавливают опалубку высотой 0,5 м по контуру буны;

- устанавливают на поверхности буны Г-образные арматурные стержни  $\varnothing$ 14 мм (A400) в заранее просверленные отверстия  $\varnothing$  18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400x400 мм на эпоксидный клей для обеспечения проектного положения и крепления арматурных сеток;

- прикрепляют к Г-образным стержням путем сварки арматурные сетки из стержней  $\varnothing$  14 мм (A400) с размерами ячеек 200x200 мм;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|------|
| Изм. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  | 12   |

- устанавливают опалубку высотой 0,5 м по контуру буны;
- устанавливают на поверхности буны Г-образные арматурные стержни Ø14 мм (A400) в заранее просверленные отверстия Ø 18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400х400 мм на эпоксидный клей для обеспечения проектного положения и крепления арматурных сеток;
- прикрепляют к Г-образным стержням путем сварки арматурные сетки из стержней Ø 14 мм (A400) с размерами ячеек 200х200 мм;

- устраивают монолитную железобетонную плиту толщиной 0,15 м поверх буны с окончательным выглаживанием поверхности (отделкой); при этом накрывочная плита, за счет приварки арматурных сеток к Г-образным стержням, крепится к поверхности тела буны и не будет сорвана штормовым воздействием волн;

- подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;

- бетонирование выполняют от головы буны в направлении берега;

- после набора прочности гидротехнического бетона плиты (не менее 100 %) опалубку демонтируют.

## Строительство буны № 2

Работы по строительству буны № 2 ведут пионерным способом в три стадии:

- устройство тела буны (стадия 1);
- устройство головной части буны (стадия 2).
- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 3).

Работы выполняют аналогично строительству буны № 1, с применением металлических каркасов МК-1, МК-3, МК-5, МК-6.

Для сокращения сроков строительства буны № 1 и буны № 2 работы выполняют последовательно (посекционно):

- бетонируют первую секцию буны № 1;
- во время набора прочности гидротехнического бетона первой секции буны №1, бетонируют первую секцию буны № 2;
- после набора 100% прочности гидротехнического бетона первой секции буны № 1, бетонируют вторую секцию буны № 1;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>13 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

- после набора 100% прочности гидротехнического бетона первой секции буны № 2, бетонируют вторую секцию буны № 2 и т.д.

### Реконструкция буны № 3

Работы по реконструкции буны № 3 ведут пионерным способом в четыре стадии:

- омоноличивание существующего тела буны (стадия 1);
- устройство тела буны до проектной длины (стадия 2);
- устройство головной части буны (стадия 3);
- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 4).

#### Стадия 1 – омоноличивание существующего тела буны:

- работы выполняют захватками длиной до 6,05 м (на длину секции бетонирования); при этом омоноличивание тела буны выполняют на высоту ниже проектных отметок на 0,15 м, для обеспечения проезда технологического транспорта, с возможными повреждениями от него поверхности забетонированной ж.б. плиты буны;

- устраивают постоянное ограждение из шпунта «Ларсен Л5-УМ» (или эквивалент) (размеры сечения 200x500 мм) по контуру тела буны вплотную к боковой ее поверхности на длину захватки; шпунтовое ограждение необходимо для предотвращения поперечного сдвига грунтового основания из-под тела буны при последующем устройстве котлована для монтажа опалубки омоноличивания, поскольку отметка котлована ниже подошвы фундамента существующего тела буны; погружение шпунта осуществляют с лидерным бурением скважин Ø 450мм от поверхности грунта (ИГЭ-2), с прохождением грунтов ИГЭ-2, ИГЭ-3 и далее забуриванием на глубину не менее 1,0 м ниже поверхности залегания скального грунта (ИГЭ-4); лидерное бурение

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>14 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

скважин  $\varnothing$  450 мм выполняют навесной буровой установкой, смонтированной на стреле гусеничного крана; шпунт «Ларсен Л5-УМ» (или эквивалент) принят длиной до 10 м; погружение шпунта, в предварительно пробуренные лидерные скважины  $\varnothing$  450 мм, осуществляют вибропогружателем, смонтированным на стреле гусеничного крана;

- устраивают вдоль буны котлован (для монтажа опалубки омоноличивания) глубиной 1,0-2,5 м до проектных отметок подошвы фундамента омоноличивания (с опиранием на коренные грунты ИГЭ-3) на длину захватки грейфером гусеничного крана; котлован дорабатывают вручную водолазами;

- демонтируют верхнюю часть ограждения из шпунта «Ларсен Л5-УМ» (или эквивалент) на уровне 1,0 м выше подошвы фундамента существующей буны с помощью подводной электрокислородной срезки и гусеничного крана; при этом нижняя часть шпунта остается заглубленной в скальный грунт и включается в последующее омоноличивание;

- устанавливают вертикальные арматурные сетки из стержней  $\varnothing$  14 мм (А-400) размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя 100 мм; проектное положение арматурных сеток обеспечивают путем их приварки к арматурным стержням  $\varnothing$  14 мм (А-400), установленным в заранее просверленные отверстия  $\varnothing$  18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400х400 мм на эпоксидный клей в теле существующей буны; отверстия  $\varnothing$  18 мм в подводной части буны устраивают водолазы, с применением подводного пневматического перфоратора «Spitznas» spt 224040040 (или эквивалент); подводное приваривание сеток к установленным стержням  $\varnothing$  14мм (А400) выполняется с применением электродов с водоотталкивающим покрытием;

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |      |        |       |      |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|--------|-------|------|--------------|
| Инв. № подл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Подп. и дата |      |        |       |      | Взам. инв. № |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |      |        |       |      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |      |        |       |      |              |
| <p>200 мм в шахматном порядке 400х400 мм на эпоксидный клей в теле существующей буны; отверстия Ø 18 мм в подводной части буны устраивают водолазы, с применением подводного пневматического перфоратора «Spitznas» spt 224040040 (или эквивалент); подводное приваривание сеток к установленным стержням Ø 14мм (А400) выполняется с применением электродов с водоотталкивающим покрытием;</p> |              |      |        |       |      |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |      |        |       |      | Лист         |
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |      |        |       |      |              |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |      |        |       |      |              |
| Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кол.уч.      | Лист | № док. | Подп. | Дата |              |

- устанавливают горизонтальные арматурные сетки из стержней  $\varnothing 14$  мм (А-400) размерами ячеек 200х200 мм;
- монтируют опалубку (секции длиной до 6,05 м, боковые и поперечные щиты) гусеничным краном; боковые щиты устанавливают по бокам реконструируемой буны и скрепляют поверху связями, в нижней части щиты удерживают от бокового смещения засыпкой котлована камнем крупностью 300-400 мм; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в бадью-туфельку объемом 4,0 м<sup>3</sup> с размером выпускного отверстия не менее 0,9х0,9м; материал отсыпают с помощью гусеничного крана, разравнивание выполняют водолазами, после чего производят уплотнение камня кр. 300-400 мм виброуплотнителем гусеничного крана; поперечные щиты устанавливают в торцевой части секции и крепят к боковым щитам;
- омоноличивают секции длиной до 6,05 м: подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси в опалубку выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;
- после набора гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе секции необходимой прочности (не менее 100%), опалубку демонтируют;
- выполняют дополнительную отсыпку камнем крупностью 300-400 мм по дну вдоль омоноличенного тела буны (до проектных отметок) с разравниванием и уплотнением.

Стадия 2 – устройство тела буны до проектной длины:

- устраивают на проектном продолжении буны котлован глубиной 1,0-2,5 м (до залегания коренных грунтов ИГЭ-3) на длину захватки

|                                                                                                                                                                     |              |      |        |       |      |                  |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|--------|-------|------|------------------|----|
| Инв. № подл.                                                                                                                                                        | Взам. инв. № |      |        |       |      | Лист             |    |
|                                                                                                                                                                     | Подп. и дата |      |        |       |      |                  |    |
|                                                                                                                                                                     |              |      |        |       |      |                  |    |
| <p>- выполняют дополнительную отсыпку камнем крупностью 300-400 мм по дну вдоль омоноличенного тела буны (до проектных отметок) с разравниванием и уплотнением.</p> |              |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | 16 |
| <p><u>Стадия 2</u> – устройство тела буны до проектной длины:</p>                                                                                                   |              |      |        |       |      |                  |    |
| <p>- устраивают на проектном продолжении буны котлован глубиной 1,0-2,5 м (до залегания коренных грунтов ИГЭ-3) на длину захватки</p>                               |              |      |        |       |      |                  |    |
| Изм.                                                                                                                                                                | Кол.уч.      | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |    |

грейфером гусеничного крана; котлован дорабатывают вручную водолазами;

- устанавливают на выравненную поверхность котлована металлические каркасы МК-7, МК-8 размерами в плане 5х4 м, в углах которых размещены металлические трубы  $\varnothing$  630 мм толщиной стенки 10 мм; каркасы устанавливают гусеничным краном грузоподъемностью 50 т; заполняют каркасы МК камнем размером 400-600 мм экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м<sup>3</sup>; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в металлический короб размерами 5,0х5,0х1,0 м объемом 25,0 м<sup>3</sup>;

- устанавливают вертикальные арматурные сетки  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм; проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой дополнительных арматурных стержней  $\varnothing$  14 мм (А-400) к металлическим каркасам МК; подводное приваривание сеток выполняется без дополнительного оборудования с применением электродов с водоотталкивающим покрытием;

- монтируют опалубку (секции длиной до 6,1 м, боковые и поперечные щиты) гусеничным краном; боковые щиты устанавливают по бокам проектируемой буны и скрепляют поверху связями, в нижней части щиты удерживают от бокового смещения засыпкой котлована камнем крупностью 300-400 мм; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в бадью-туфельку объемом 4,0 м<sup>3</sup> с размером выпускного отверстия не менее 0,9х0,9м; материал отсыпают с помощью гусеничного крана, разравнивание выполняют водолазами, после чего производят уплотнение камня кр. 300-400 мм виброуплотнителем гусеничного крана; поперечные щиты

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 17   |



- устраивают буронабивные сваи (БНС) по углам каркасов МК: через металлические трубы  $\varnothing$  630 мм буровой установкой, смонтированной на стреле гусеничного крана, бурят скважины  $\varnothing$  400 мм на глубину не менее 1,0 м ниже поверхности скального грунта ИГЭ-4; в металлические трубы  $\varnothing$  630 мм и далее в пробуренные скважины

погружают обсадные металлические трубы  $\varnothing$  406,4 мм толщиной стенки 10 мм; устанавливают арматурные каркасы  $\varnothing$  250 мм из 8 стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 7,5 м; бетонируют БНС путем подачи бетонной смеси бетононасосом с извлечением обсадной трубы; после набора прочности бетона (не менее 100 %) устраивают металлический упор высотой 0,2 м в трубе  $\varnothing$  630 мм над верхней частью БНС;

- заполняют бетоном участки на местах демонтированных гильз-пустотообразователей.

### Стадия 3 - устройство головной части буны:

- устраивают котлован глубиной 1,5-1,7 м (до залегания коренных грунтов ИГЭ-3) на длину 12,22 м головного блока грейфером гусеничного крана; котлован дорабатывают вручную водолазами;

- монтируют опалубку (боковые и поперечный щиты) гусеничным краном; боковые щиты устанавливают по бокам проектируемого головного блока и скрепляют поверху связями, в нижней части щиты удерживают от бокового смещения засыпкой котлована камнем крупностью 300-400 мм; подвоз материала на объект осуществляют автомобилями-самосвалами объемом кузова 10 м<sup>3</sup> с последующей выгрузкой в бадью-туфельку объемом 4,0 м<sup>3</sup> с размером выпускного отверстия не менее 0,9х0,9м; материал отсыпают с помощью гусеничного крана, разравнивание выполняют водолазами, после чего производят уплотнение камня кр. 300-400 мм виброуплотнителем гусеничного крана; поперечный щит устанавливают в торцевой части секции и крепят к боковым щитам;

- устанавливают вертикальные, наклонные и горизонтальные арматурные сетки  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 19   |

- бетонируют головной блок гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе; подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси в опалубку выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;

- после набора гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе секции необходимой прочности (не менее 100%), опалубки демонтируют;

- выполняют дополнительную отсыпку камнем крупностью 300-400 мм по дну вдоль тела блока (до проектных отметок) с разравниванием и уплотнением.

Стадия 4 - устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности:

- выполняют очистку бетонной поверхности буны от строительного мусора после работ на стадии 1-3;

- устанавливают опалубку высотой 0,5 м по контуру буны;

- устанавливают на поверхности буны Г-образные арматурные стержни Ø14 мм (А400) в заранее просверленные отверстия Ø 18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400x400 мм на эпоксидный клей для обеспечения проектного положения и крепления арматурных сеток;

- прикрепляют к Г-образным стержням путем сварки арматурные сетки из стержней Ø 14 мм (А400) с размерами ячеек 200x200 мм;

- устраивают монолитную железобетонную плиту толщиной 0,15 м поверх буны с окончательным выглаживанием поверхности (отделкой); при этом накрывочная плита, за счет приварки арматурных сеток к Г-образным стержням, крепится к поверхности тела буны и не будет сорвана штормовым воздействием волн; подвоз бетонной смеси на

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 20   |

объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами;

- бетонирование выполняют от головы буны в направлении берега;
- после набора прочности гидротехнического бетона плиты (не менее 100 %) опалубку демонтируют.

### **Строительство искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 1 – № 2, бун № 2 - № 3**

Размеры строящегося искусственного пляжа приняты в соответствии с результатами гидравлического моделирования.

Общая длина искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 1 – № 2, бун № 2 - № 3 составляет 148,59 м.

Строительная ширина искусственного пляжа принята 61,11 м; откос со стороны моря 1:1.

Отметка тыльной части пляжа у существующей волноотбойной стены ПС-1 составляет +2,70 м БС.

Для формирования искусственных пляжей следует использовать материал прочностью не менее 40 МПа в сухом состоянии.

При отсыпке пляжа следует использовать окатанный материал со средней крупностью 0,035 - 0,06 м (по результатам гидравлического моделирования); проектом предусмотрена отсыпка пляжа галькой фр. **40-70 мм.**

Пляжный материал отсыпки пляжа предусматривается доставлять к месту укладки автомобилями самосвалами грузоподъемностью 20 т. Доставленный на объект пляжный материал выгружается на территорию пляжа с набережной по наклонному металлическому лотку (для

|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 21   |

предотвращения повреждения волноотбойной стены ПС-1), затем перегружается экскаватором.

Разравнивание пляжного материала предусмотрено с использованием бульдозера, который перемещает материал в соответствии со строительным профилем пляжа.

### **Строительство подпорной стены ПС-3**

Подпорная стена ПС-3 уголкового типа, включает фундаментную и лицевую плиты. Длина стены 10,57 м, толщина 0,5-0,65 м, высота 5,48 - 6,13 м.

Стену выполняют из монолитного гидротехнического железобетона кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в опалубке.

Порядок работ:

- устраивают котлован фундаментной плиты длиной 10,57 м (два участка каждый длиной 10,57 м, разделенных деформационным швом); фундаменты опираются на скальный грунт ИГЭ-4; участок 1 на отм. – 1,48м БС, участок 2 - на отм. – 2,13 м БС;

- монтируют съемную опалубку с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм; предусматривают арматурные выпуски  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 500 мм для объединения с лицевой плитой;

- бетонируют фундаментную плиту;

- монтируют съемную опалубку лицевой плиты с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм;

- бетонируют лицевую плиту;

- устраивают на обратных поверхностях стены, контактирующих с грунтом, обмазочную битумную гидроизоляцию.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  | 22   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>- монтируют съемную опалубку лицевой плиты с установкой арматурных сеток из стержней Ø 14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм;</div> <div>- бетонируют лицевую плиту;</div> <div>- устраивают на обратных поверхностях стены, контактирующих с грунтом, обмазочную битумную гидроизоляцию.</div> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами.

### **Строительство волноотбойной стены ПС-4**

Волноотбойная стена ПС-4 гравитационного типа, массивная, с криволинейным очертанием морской лицевой грани; устроена по внешнему контуру входного участка в техническое помещение. Ширина стены поверху 1500 мм, толщина 1375 – 4225 мм, высота стены 7410 мм.

Порядок работ по устройству стены:

- устраивают котлован фундамента глубиной до отм. – 3,71 м БС, с опиранием на скальный грунт ИГЭ-4;
- монтируют съемную опалубку тела стены, с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм по контуру поперечного сечения, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм;
- устанавливают с шагом 2,5 м пустотообразователи для водоотводных трубок;
- бетонируют тело стены;
- устраивают застенный водоупор из монолитного бетона кл. В22,5, F200, W8 толщиной 100 мм с поперечным уклоном 0,05;
- устанавливают трубки  $\varnothing$  150 мм для выпуска грунтовых вод, с устройством на входных участках трубок обратного фильтра из щебня фр. 40-70 мм и фр. 10-20 мм;
- устраивают на обратных поверхностях стены, контактирующих с грунтом, обмазочную битумную гидроизоляцию;

|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | <p>- устраивают застенный водоупор из монолитного бетона кл. В22,5, F200, W8 толщиной 100 мм с поперечным уклоном 0,05;</p> <p>- устанавливают трубки Ø 150 мм для выпуска грунтовых вод, с устройством на входных участках трубок обратного фильтра из щебня фр. 40-70 мм и фр. 10-20 мм;</p> <p>- устраивают на обратных поверхностях стены, контактирующих с грунтом, обмазочную битумную гидроизоляцию;</p> |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |                  |  | 23   |

- выполняют обратную засыпку котлована природной ГПС.

Подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами.

### **Строительство лестничных сходов Л1 – Л3**

Существующая волноотбойная стена ПС-1 (выполненная по проекту ООО «Архитектурное бюро Асадова») включает строящиеся лестничные сходы Л1-Л3.

Лестничные сходы Л1 - Л3 устраивают на корневых участках строящихся бун № 1 - № 2.

Порядок работ:

- устраивают арматурные выпуски на фасадной поверхности ПС-1 для объединения с телом опоры № 1 лестничного схода: засверливают отверстия Ø 18 мм глубиной 250 мм в два ряда, устанавливают в отверстия арматурные стержни Ø 14 мм (А400) с шагом 200 мм на эпоксидном клее;

- монтируют опалубку тела опоры № 1 вдоль подпорной стены ПС-1 с опиранием на ее фасадную поверхность, с установкой арматурных сеток из стержней Ø 14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм и объединением нижней части тела опоры по арматурным выпускам из ПС-1; в верхней части тела опоры предусматривают арматурные выпуски для объединения с лестничным маршем схода;

- бетонируют тело опоры № 1;

- выполняют буронабивные сваи (БНС) опоры № 2: устраивают котлован по длине опоры 3,0 м на отм. + 1,32 м БС экскаватором; буровой установкой, смонтированной на стреле гусеничного крана,

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 24   |

бурят скважины  $\varnothing$  250 мм с шагом 2,0 м, глубиной 3,20 м до проектной отметки - 3,58 м БС, с забуриванием в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1,0 м; в пробуренные скважины, вибропогружателем смонтированном на стреле гусеничного крана, погружают неизвлекаемые обсадные трубы  $\varnothing$  273 мм длиной 5,0 м до отметки - 3,58 м БС; в обсадные трубы устанавливают арматурные каркасы  $\varnothing$  250 мм из 8 стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 5,5 м, с обеспечением длины арматурных выпусков 500 мм; бетонируют БНС;

- монтируют опалубку лестничного марша с опиранием на устроенные опоры № 1 и № 2, с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200x200 мм и объединением по арматурным выпускам из опор;

- бетонируют лестничный марш.

Подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами.

По обеим сторонам лестничного схода устанавливают перильное ограждение высотой 1,1 м из нержавеющей стали.

Монтаж перильного ограждения выполняют при помощи автомобильного крана, крепление осуществляют шпильками, установленными в просверленные отверстия на эпоксидном клее.

### **Строительство пандуса для инвалидов**

Существующая волноотбойная стена ПС-1 (выполненная по проекту ООО «Архитектурное бюро Асадова») включает строящийся пандус для инвалидов.

|                                                                                                                                           |              |              |                                                              |       |      |                  |  |  |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл.                                                                                                                              | Подп. и дата | Взам. инв. № | установленными в просверленные отверстия на эпоксидном клее. |       |      |                  |  |  |      |
| <b>Строительство пандуса для инвалидов</b>                                                                                                |              |              |                                                              |       |      |                  |  |  |      |
| Существующая волноотбойная стена ПС-1 (выполненная по проекту ООО «Архитектурное бюро Асадова») включает строящийся пандус для инвалидов. |              |              |                                                              |       |      |                  |  |  |      |
|                                                                                                                                           |              |              |                                                              |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | Лист |
|                                                                                                                                           |              |              |                                                              |       |      |                  |  |  | 25   |
| Изм.                                                                                                                                      | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                       | Подп. | Дата |                  |  |  |      |



Пандус выполнен из монолитного гидротехнического железобетона кл. В30, F200, W8 и включает: 2 площадки, 3 марша, 2 опоры, поручни, перила.

Общая длина пандуса 29,5 м.

Порядок работ по устройству пандуса:

- устраивают арматурные выпуски на фасадной поверхности существующей волноотбойной стены ПС-1 для объединения с телом опоры № 1 пандуса: засверливают отверстия Ø 18 мм глубиной 250 мм в два ряда, устанавливают в отверстия арматурные стержни Ø 14 мм (А400) с шагом 200 мм на эпоксидном клее;

- монтируют опалубку тела опоры № 1 вдоль подпорной стены ПС-1 с опиранием на ее фасадную поверхность, с установкой арматурных сеток из стержней Ø 14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм и объединением нижней части тела опоры по арматурным выпускам из ПС-1; в верхней части тела опоры предусматривают арматурные выпуски для объединения с площадками и маршами пандуса;

- бетонируют тело опоры № 1;

- выполняют буронабивные сваи (БНС) опоры № 2: устраивают котлован по длине опоры 29,50 м на отм. + 0,70 м БС экскаватором; буровой установкой, смонтированной на стреле гусеничного крана, бурят скважины Ø 250 мм с шагом 2,0 м, глубиной 3,20 м до проектной отметки - 2,50 м БС, с забуриванием в скальный грунт ИГЭ-3; в пробуренные скважины, вибропогружателем смонтированным на стреле гусеничного крана, погружают неизвлекаемые обсадные трубы Ø 273 мм длиной 3,3 м до отметки - 2,50 м БС; в обсадные трубы устанавливают арматурные каркасы Ø 250 мм из 8 стержней Ø 14 мм (А400) длиной 3,8 м, с обеспечением длины арматурных выпусков 500 мм; бетонируют БНС;

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 26   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

пробуренные скважины, вибропогружателем смонтированном на стреле гусеничного крана, погружают неизвлекаемые обсадные трубы Ø 273 мм длиной 3,3 м до отметки - 2,50 м БС; в обсадные трубы устанавливают арматурные каркасы Ø 250 мм из 8 стержней Ø 14 мм (А400) длиной 3,8 м, с обеспечением длины арматурных выпусков 500 мм; бетонируют БНС;

- монтируют опалубку тела опоры № 2, с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм; при этом верх обсадных труб  $\varnothing$  273 мм заводят в нижнюю часть тела опоры на 100 мм и объединяют по выпускам каркасов; в верхней части тела опоры предусматривают арматурные выпуски для объединения с площадками и маршами пандуса;

- бетонируют тело опоры № 2;

- монтируют опалубки площадок и маршей пандуса с опиранием на устроенные опоры № 1 и № 2, с установкой арматурных сеток из стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) с размерами ячеек 200х200 мм и объединением по арматурным выпускам из опор;

- бетонируют площадки и марши пандуса.

Подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют стационарным бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами.

Справа пандуса (по направлению его спуска) вдоль проезда для инвалидов-колясочников устанавливают поручни высотой 0,9 м из нержавеющей стали, ширина между поручнями в чистоте 0,9 м.

Слева пандуса (по направлению его спуска) устанавливают перильное ограждение высотой 1,1 м из нержавеющей стали.

Монтаж поручней и перильного ограждения выполняют при помощи автомобильного крана, крепление осуществляют шпильками, установленными в просверленные отверстия на эпоксидном клее.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 27   |

## Этап 2 реконструкции

### Реконструкция буны № 4

Работы по реконструкции буны № 4 ведут пионерным способом в четыре стадии:

- омоноличивание существующего тела буны (стадия 1);
- устройство тела буны до проектной длины (стадия 2);
- устройство головной части буны (стадия 3);
- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 4).

Работы выполняют аналогично реконструкции буны № 3, с применением металлического каркаса МК-9.

### Реконструкция буны № 5

Работы по реконструкции буны № 5 ведут пионерным способом в три стадии:

- устройство тела буны (стадия 1);
- устройство головной части буны (стадия 2);
- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 3).

Работы выполняют аналогично строительству буны № 1 и буны № 2, с применением металлических каркасов МК-1, МК-3, МК-5, МК-7, МК-10, МК-11.

### Реконструкция буны № 6

Работы по реконструкции буны № 6 ведут пионерным способом в четыре стадии:

- устройство тела корневой части буны (стадия 1);
- омоноличивание существующего тела буны (стадия 2);
- устройство головной части буны (стадия 3);

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 28   |

- устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности (стадия 4).

Стадия 1 – устройство тела корневой части буны:

- работы выполняют на длине захватки 6200 мм, с применением металлического каркаса МК-10 аналогично стадии 1 буны № 1.

Стадия 2 – омоноличивание существующего тела буны:

- работы выполняют захватками, с применением шпунта «Ларсен 5-УМ» (или эквивалент) аналогично стадии 1 реконструкции буны № 3.

Стадия 3 - устройство головной части буны:

- работы выполняют аналогично стадии 3 реконструкции буны № 3.

Стадия 4 - устройство накрывочной ж.б. плиты буны с окончательной отделкой ее поверхности:

- работы выполняют аналогично стадии 4 реконструкции буны № 3.

Для сокращения сроков реконструкции работы выполняют последовательно (посекционно) от буны № 3 к буне № 6:

- бетонируют первую секцию буны № 3;

- во время набора прочности гидротехнического бетона первой секции буны №3, бетонируют первую секцию буны № 4;

- затем во время набора прочности гидротехнического бетона первой секции буны №3 и №4 ,бетонируют первую секцию буны № 5, далее аналогично первую секцию № 6;

- после набора 100% прочности гидротехнического бетона первой секции буны № 3, опалубку переустанавливают и бетонируют вторую секцию буны № 3;

- аналогично бетонируют вторые и последующие секции бун № 4, № 5 и № 6.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 29   |

**Строительство искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 3 – № 4, бун № 4 - № 5, бун № 5 - № 6**

Размеры строящегося искусственного пляжа приняты в соответствии с результатами гидравлического моделирования.

Общая длина искусственного пляжа в межбунных отсеках бун № 3 – № 4, бун № 4 - № 5, бун № 5 - № 6 составляет 226,735 м.

Строительная ширина искусственного пляжа принята 40,0 м; откос со стороны моря 1:1. Отметка тыльной части пляжа у волноотбойной стены составляет +2,70 м БС.

Отсыпку пляжа выполняют аналогично межбунным отсекам бун № 1 – № 2, бун № 2 - № 3.

**Реконструкция волноотбойной стены ПС-2**

Перед выполнением работ по реконструкция волноотбойной стены ПС-2 выполняют демонтаж существующей волноотбойной стены и лестничных сходов на участке набережной (буна № 3 – буна № 6) (см. п. 20 настоящей пояснительной записки).

Волноотбойная стена ПС-2 гравитационного типа, массивная, с криволинейного очертанием морской лицевой грани. Размеры поперечного сечения аналогичны стене ПС-4. Длина стены ПС-2 составляет 226,735 м.

Порядок работ по реконструкции стены ПС-2 аналогичен волноотбойной стене ПС.

На верхней части стены устраивают монолитный ж.б. парапет размерами поперечного сечения 300х600 мм (отм. верха + 4,30 м БС), армированный сетками из стержней Ø 14 мм (А400) и объединенный с телом стены арматурными выпусками.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 30   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

Волноотбойная стена ПС-2 включает реконструируемые лестничные сходы Л4 – Л9.

### **Реконструкция лестничных сходов Л4 - Л9**

Лестничные сходы Л4 – Л9 устраивают на корневых участках реконструируемых бун № 4 - № 6.

Порядок работ:

- устраивают арматурные выпуски на фасадной поверхности волноотбойной стены ПС-2 для объединения с телом опоры № 1 лестничного схода аналогично сходам Л1-Л3;
- монтируют опалубку тела опоры № 1 вдоль волноотбойной стены ПС-2 с опиранием на ее фасадную поверхность, с установкой арматурных сеток аналогично лестничным сходам Л1-Л3;
- бетонируют тело опоры № 1;
- выполняют буронабивные сваи (БНС) длиной 6,0 м опоры № 2, с погружением неизвлекаемых обсадных труб  $\varnothing$  273 мм до отметки - 4,58 м БС и установкой арматурных каркасов аналогично сходам Л1-Л3;
- монтируют опалубку лестничного марша с опиранием на устроенные опоры № 1 и № 2 аналогично лестничным сходам Л1-Л3;
- бетонируют лестничный марш.

Подвоз бетонной смеси на объект осуществляют автобетоносмесителями объемом 8,0 м<sup>3</sup>, подачу бетонной смеси выполняют бетононасосом СБ-207 (или эквивалент) с набережной; уплотнение бетонной смеси выполняют глубинными вибраторами.

По обеим сторонам лестничного схода устанавливают перильное ограждение высотой 1,1 м из нержавеющей стали. Монтаж перильного ограждения выполняют при помощи автомобильного крана, крепление осуществляют шпильками, установленными в просверленные отверстия на эпоксидном клее.

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 31   |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

### Этап 3 реконструкции

#### Строительство бассейнов с техническими помещениями

Земляные работы выполнять в соответствии с правилами производства и приемки работ, приведенными в СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты» (СНиП 3.02.01-87). При наличии рядом действующих кабелей, земляные работы производить под непосредственным руководством ИТР. При обнаружении коммуникаций, не указанных в проекте, земляные работы прекратить и вызвать на место представителей заказчика и проектировщика. Перед началом земляных работ необходимо выполнить разбивку котлована.

Разработка котлованов производится – экскаватором на гусеничном ходу JY623ELB (или эквивалент) (обратная лопата) с объемом ковша 1,0 м<sup>3</sup>. Уровень стоянки экскаватора – на поверхности земли выше уровня разрабатываемого грунта. Высота забоя должна определяться в ППР. Разработка грунта производится с погрузкой в кузов автотранспорта автосамосвалами типа КамАЗ-65115 (или эквивалент). В процессе устройства котлованов, фундаментов и подземных сооружений должен быть установлен постоянный надзор за состоянием грунта, устойчивостью откосов, фильтрацией воды. При притоке воды в котлован использовать водоотливные насосы ГНОМ 100-30 (или эквивалент). При производстве работ обеспечить сток атмосферных вод, исключая возможность замачивания грунтов основания (мероприятия предусмотреть в ППР).

При вскрытии котлована необходимо выполнять следующий контроль:

– предохранение грунтов оснований от подтапливания подземными и поверхностными водами с размягчением и размывом верхних слоев основания;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 32   |

- достижение достаточного и однородного уплотнения грунта подсыпки и обратной засыпки;
- соответствие фактической глубины заложения и размеров конструкций и качества примененных материалов предусмотренным в проектах.

Работы по бурению скважин буронабивных свай (БНС) с защитой обсадной трубой выполнять после организации работ по планировке площадки, разбивки и закрепления осей. В качестве оборудования для погружения обсадных труб и бурения применяются буровые установки «Gasagrande B300» и «Bauer BG36» (или эквивалент).

По мере погружения обсадной трубы периодически проверяется вертикальность их установки с помощью уровня и других измерительных средств.

Извлеченный грунт при устройстве БНС грузится в самосвалы для вывозки. Готовые скважины должны оставаться открытыми только на время, необходимое для очистки и/или удаления шлама, проведения различных проверок и, при необходимости, установки арматурного каркаса. Если устройство сваи до конца рабочей смены невозможно, то допускается частичное бурение скважины с обязательным последующим добуриванием на глубину не менее двукратного диаметра ствола или не менее 1,5 м только на следующий рабочий день непосредственно перед бетонированием.

По достижении проектной отметки забой скважины должен быть тщательно очищен от разрыхленного грунта. По окончании бурения следует проверить соответствие проекту фактических размеров скважин, отметки их устья, забоя, и расположения каждой скважины в плане, а также общая оценка качества выполненных работ. Каркас устанавливают сразу же после очистки забоя скважины. Во время

|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 33   |



бетонирования необходимо удерживать арматурный каркас в проектном положении.

Оценку качества и приемку фундаментов из буронабивных свай выполняют на основании следующих документов:

- проектной документации раздела КР;
- актов приемки материалов, применяемых для изготовления свай;
- актов лабораторных испытаний контрольных бетонных кубиков, изготовленных как на заводе, так и на строительной площадке.

Результаты всех испытаний бетона должны быть отражены в актах испытаний и обязательно сохраняться:

- акта заключения по проведенным испытаниям свай;
- плана расположения свай с привязкой к разбивочным осям;
- исполнительных схем расположения свай с указанием отклонений от проектного положения в плане и результатов нивелировки оголовков;
- актов на скрытые работы;
- журналов изготовления буронабивных свай.

Устройство монолитных железобетонных конструкций следует осуществлять в соответствии с соблюдением правил производства и приемки работ согласно СП 70.13330.2012 «Несущие конструкции».

Производство опалубочных и арматурных работ выполнять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012.

Последовательность работ при устройстве монолитных конструкций:

- установка опалубки;
- установка арматуры;
- укладка бетона;
- демонтаж опалубки.

Подача опалубки осуществляется с помощью автокрана на пневмоколесном ходу КС-35719-1 (или эквивалент).

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 34   |

Заготовку арматуры необходимо закончить до начала опалубочных работ. Арматура доставляется на стройплощадку в виде отдельных стержней. На объекте необходимо организовать ее надлежащее хранение, чтобы предохранить от порчи и коррозии. Подачу арматурных стержней и каркасов в зону производства работ осуществляют при помощи основных рабочих грузоподъемных строительно-монтажных механизмов, предназначенных для производства строительных работ. Разрешается армирование стен вязанными плоскими вертикальными каркасами, с объединением их пространственными, горизонтальными стержнями. Арматуру следует монтировать в последовательности, обеспечивающей правильное ее положение и закрепление. Смонтированная арматура должна быть закреплена от смещения и защищена от повреждений. Для прохода по арматуре при бетонировании предусмотрена установка трапов.

Подача бетона на площадку производится автобетоносмесителями СБ-92А (емкость барабана 8 м<sup>3</sup>) (или эквивалент). Высота свободного сбрасывания бетонной смеси не должна превышать 1м.

Подача полуфабрикатов и инвентаря – арматуры, щитов опалубки, товарного бетона – к месту установки или укладки в конструкции производится с помощью основных рабочих грузоподъемных строительно-монтажных механизмов, предназначенных для производства строительных работ.

Бетонирование монолитной плиты производить непрерывно в каждой отдельной захватке. Поверхности рабочих швов перед началом бетонирования должны быть зачищены от мусора и грязи. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть пролиты водой и просушены струей воздуха. Мероприятия по уходу за бетоном, контроль за их выполнением, сроки распалубки принять по ППР. При уплотнении бетонной смеси не

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 35   |

допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные детали. Уплотнение бетонной смеси в плитах производить глубинными вибраторами с гибким валом, а последующую отделку поверхности – виброрейками.

Во время дождя бетонированный участок должен быть защищен от попадания воды в бетонную смесь. Случайно размытый бетон следует удалить.

Продолжительность вибрирования должна обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси (прекращение выделения из смеси пузырьков воздуха).

Оптимальный режим выдерживания бетона: температура +18 град. Влажность 90%.

Прокладка внутренних инженерных систем и монтаж оборудования ведется с учетом требований СП 310.1325800.2017.

### **Строительство пляжеудерживающей буны № 1**

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается строительство пляжеудерживающей буны № 1 (северо-западная) со следующими параметрами:

- длина буны 81,63 м;
- ширина буны 5,0 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;

- участок от корневой части на протяжении 21,50 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 15,0 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС; длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС; длиной 20,13 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>36 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |

- в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок.

Буну № 1 устраивают монолитными секциями длиной 4565 - 6100 мм, разделенными деформационными швами толщиной 30 мм из просмоленных досок. Ядро секций выполняют из заполненных камнем металлических каркасов МК-1, МК-2, МК-3, МК-4 выполняющих роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты.

Омоноличивание каркасов выполняют гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм. Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическими каркасам МК-1 – МК-4.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм. Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).

Каркасы МК-1 - МК-4 размером в плане 4000х4000 м включают по углам трубы Ø 630х10 мм, соединенные связями из труб Ø 159х6 мм и горизонтальными арматурными стержнями Ø 16 мм (А240) с расстоянием 300 мм в осях. Высота каркасов МК-1 – МК-4 составляет 6000 мм – 6300 мм. Изготавливают каркасы в условиях стройцеха и подают в тело буны краном.

Установленные каркасы МК-1- МК-4 заполняют камнем размерами 400 - 600 мм. С внешней стороны заполненные камнем каркасы

|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | <p>горизонтальными арматурными стержнями Ø 16 мм (А240) с расстоянием 300 мм в осях. Высота каркасов МК-1 – МК-4 составляет 6000 мм – 6300 мм. Изготавливают каркасы в условиях стройцеха и подают в тело буны краном.</p> <p>Установленные каркасы МК-1- МК-4 заполняют камнем размерами 400 - 600 мм. С внешней стороны заполненные камнем каркасы</p> |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |                  |  | 37   |

омоноличивают гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8. Толщина слоя бетона принята равной 500 мм.

Для обеспечения устойчивости буны, в углах каркасов МК-1 – МК-4 предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС)  $\varnothing$  406,4 мм и длиной 8000 – 9000 мм из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8. Нижняя часть БНС заведена в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1000 мм.

БНС включают арматурный каркас  $\varnothing$  250 мм из 8 стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 7800 – 8800 мм, при этом отметка верха установленного каркаса на 200 мм ниже верха каркасов МК-1 – МК-4 для последующего устройства в трубе  $\varnothing$  630 мм упора головы БНС.

После омоноличивания боковых поверхностей каркасов МК-1 - МК-4 и устройства буронабивных свай (БНС) выполняют бетонирование плиты покрытия буны толщиной не менее 500 мм гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8. Армирование плиты предусмотрено двумя сетками  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм.

Головная часть длиной 12220 мм буны выполнена из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8.

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем кр. 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальных грунтах ИГЭ-3, ИГЭ-4 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2.

Корневую часть буны с западной стороны укрепляют устройством каменной призмы. Отметка верха призмы принята равной +3,70 м БС. Тело призмы устраивается укладкой камня размерами 400-600 мм с образованием откоса (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Крупные глыбы камня располагаются в верхней части призмы.

|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Корневую часть буны с западной стороны укрепляют устройством каменной призмы. Отметка верха призмы принята равной +3,70 м БС. Тело призмы устраивается укладкой камня размерами 400-600 мм с образованием откоса (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Крупные глыбы камня располагаются в верхней части призмы. |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |      |                  |  | 38   |

## Строительство пляжеудерживающей буны № 2

Проектом предусмотрено строительство пляжеудерживающей буны № 2 со следующими параметрами:

- длина буны 81,63 м;
- ширина буны 5,0 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;
- участок от корневой части на протяжении 21,50 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 15,0 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС; длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС; длиной 20,13 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;
- в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок.

Буну № 2 устраивают монолитными секциями длиной 4564-6060 мм, разделенными деформационными швами толщиной 30 мм из просмоленных досок.

Ядро секций выполняют из заполненных камнем металлических каркасов МК-1, МК-3, МК-5, МК-6, выполняющих роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты.

Омоноличивание каркасов выполняют гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическим каркасам МК.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |      |        |       |      |                  |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|--------|-------|------|------------------|----|
| Инв. № подл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Взам. инв. № |      |        |       |      | Лист             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Подп. и дата |      |        |       |      |                  |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |      |        |       |      |                  |    |
| <p>опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.</p> <p>Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическим каркасам МК.</p> <p>Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм.</p> |              |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | 39 |
| Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Кол.уч.      | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |    |

Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).

Каркасы МК размером в плане 4000х4000 м включают по углам трубы  $\varnothing$  630х10 мм, соединенные связями из труб  $\varnothing$  159х6 мм и горизонтальными арматурными стержнями  $\varnothing$  16 мм (А240) с расстоянием 300 мм в осях. Высота каркасов МК составляет 6000 мм – 6500 мм. Изготавливают каркасы в условиях стройцеха и подают в тело буны краном.

Установленные каркасы МК заполняют камнем размерами 400-600 мм. С внешней стороны заполненные камнем каркасы омоноличивают гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8. Толщина слоя бетона принята равной 500 мм.

Для обеспечения устойчивости буны, в углах каркасов МК предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС)  $\varnothing$  406,4 мм и длиной 8000 – 9500 мм из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8. Нижняя часть БНС заведена в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1000 мм.

БНС включают арматурный каркас  $\varnothing$  250 мм из 8 стержней  $\varnothing$  14 мм (А400) длиной 7800 – 9300 мм, при этом отметка верха установленного каркаса на 200 мм ниже верха каркасов МК для последующего устройства в трубе  $\varnothing$  630 мм упора головы БНС.

После омоноличивания боковых поверхностей каркасов МК и устройства буронабивных свай (БНС) выполняют бетонирование плиты покрытия буны толщиной не менее 500 мм гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8. Армирование плиты предусмотрено двумя сетками  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм.

Головная часть длиной 12220 мм буны выполнена из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>40 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем размерами 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальном грунте ИГЭ-3 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2. Дно котлована опирается на скальный грунт ИГЭ-4.

### **Реконструкция пляжеудерживающей буны № 3**

Существующая пляжеудерживающая бунa №3 представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 38,8 м, ширина 3,3 м.

Бунa выполнена из бетонных массивов размерами 3,3х2,0х0,7 м, установленных наклонно (в сторону берега) на коренное дно. Сверху над наклонными плитами выполнена накрывочная омоноличивающая плита. Отметка верха корневой части буны +1,56 м БС, после чего ее отметки плавно понижаются в сторону моря. Техническое состояние буны №3 оценивается как неудовлетворительное.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны №3 до следующих параметров:

- длина буны увеличивается до 61,585 м;
- ширина буны увеличивается до 5,0 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;

- участок от корневой части на протяжении 6,05 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 10,45 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС, длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС, длиной 8,74 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>41 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |



Для доведения длины буны до проектных значений, применены металлические каркасы МК-7, МК-8 выполняющих роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты. Каркасы МК-9, МК-10 заполняют камнем кр. 400-600 мм.

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 42   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

Омоноличивание каркасов выполняют гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическим каркасам МК.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм. Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны на участках каркасов МК также опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).

Высота каркасов МК-7, МК-8 составляет 6500 – 6650 мм; в остальной конструкции каркасов аналогична применяемым в бунах № 1, № 2.

В углах каркасов МК предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС) длиной 9500 мм, в остальной конструкции БНС аналогична применяемым в бунах № 1, № 2.

Конструкция плиты покрытия буны № 3 аналогична применяемой в бунах № 1, № 2.

Конструкция головной части буны № 3 аналогична применяемой в бунах № 1, № 2.

Конструкция укрепления дна вдоль тела буны № 3 аналогична применяемой в бунах № 1, № 2.

#### **Реконструкция пляжеудерживающей буны № 4**

Существующая пляжеудерживающая бунa №4 представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 51,70 м, ширина 7,20 м.

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | 43   |

Буна выполнена из бетонных массивов размерами 3,3х2,0х0,7 м, установленных наклонно (в сторону берега) на коренное дно. Сверху над наклонными плитами выполнена накрывочная омоноличивающая плита. Отметка верха корневой части буны +1,40 м БС, после чего ее отметки плавно понижаются в сторону моря.

Техническое состояние буны №4 оценивается как неудовлетворительное.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны №4 до следующих параметров:

- длина буны увеличивается до 61,73 м;
- ширина буны увеличивается до 8,5 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;
- участок от корневой части на протяжении 6,21 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 10,29 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС, длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС, длиной 20,23 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;
- в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок.

Омоноличивание тела существующей буны длиной 51,7 м выполняется гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке симметрично ее оси, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают установкой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) в заранее просверленные

|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|----|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |    |
|      |         |      |        |       |      |                  |      | 44 |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |

отверстия  $\varnothing$  18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400х400 мм на эпоксидный клей в теле существующей буны.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет не менее 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм.

Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4). При этом, с учетом устройства котлованов (для монтажа опалубки и последующего омоноличивания) происходит обнажение основания существующей буны № 4.

Для исключения аварийных ситуаций проектом предусмотрено:

- устройство по контуру существующей буны постоянного ограждения из шпунта «Ларсен 5-УМ» (или эквивалент) (размеры сечения 200х500мм) с заведением в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1000 мм;
- включение шпунтовых ограждений в состав омоноличивания.

Для доведения длины буны до проектных значений, применен металлический каркас МК-9 выполняющего роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты. Каркас МК-9 заполняют камнем кр. 400-600 мм.

Омоноличивание каркаса выполняют гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней  $\varnothing$  14 мм (А-400) к металлическому каркасу МК-9.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм. Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны на участке каркаса МК-9 также опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист<br>45 |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |            |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |            |

Высота каркаса МК-9 составляет 7200 мм; в остальном конструкция каркаса аналогична применяемым в буне № 3.

В углах каркаса МК-9 предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС) длиной 10000 мм, в остальном конструкция БНС аналогична применяемым в буне № 3.

Конструкция плиты покрытия буны № 4 аналогична применяемой в буне № 3.

Конструкция головной части буны № 4 аналогична применяемой в буне № 3.

Конструкция укрепления дна вдоль тела буны № 4 аналогична применяемой в буне № 3.

**Реконструкция пляжеудерживающей буны № 5**

Существующая пляжеудерживающая бунa №5 представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 53,20 м, ширина 3,38 м.

Бунa выполнена из бетонных массивов размерами 3,3х2,0х0,7 м, установленных наклонно (в сторону берега) на коренное дно. Накрывочная омоноличивающая плита отсутствует. Техническое состояние буны оценивается как неудовлетворительное.

*В плане существующая бунa не совпадает с проектируемой буной № 5 и подлежит демонтажу.*

Демонтаж существующей буны № 5 выполняют следующим образом:

- сборные бетонные блоки тела существующей буны размерами 3,3х2,0х0,7 м (массой 11 т) гусеничным краном грузоподъемностью 50 т, с берега на расстоянии вылета стрелы крана до 14 м (грузоподъемность при этом составляет не менее 12,8 т), грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку;

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 46   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

- далее демонтажные работы выполняют последовательно, после посекционного устройства тела буны, с заездом гусеничного крана на затвердевшие ж.б. секции буны.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны № 5 до следующих параметров:

- длина буны 61,925 м;
- ширина буны 5,0 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;
- участок от корневой части на протяжении 6,17 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 10,33 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС; длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС; длиной 20,42 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;
- в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м шириной 5 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок.

Буну № 5 устраивают монолитными секциями длиной 6000 - 7514 мм, разделенными деформационными швами толщиной 30 мм из просмоленных досок. Ядро секций выполняют из заполненных камнем металлических каркасов МК-1, МК-3, МК-5, МК-7, МК-10, МК-11 выполняющих роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты.

Высота каркасов МК составляет 6000 мм – 7000 мм.

Омоноличивание каркасов выполняют аналогично бунам № 1, №2.

В углах каркасов МК устраивают железобетонные буронабивные сваи (БНС)  $\varnothing$  406,4 мм и длиной 9000 – 10000 мм аналогично бунам № 1, №2.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 47   |

После омоноличивания боковых поверхностей каркасов МК и устройства буронабивных свай (БНС) выполняют бетонирование плиты покрытия буны толщиной не менее 500 мм гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8. Армирование плиты предусмотрено двумя сетками  $\varnothing$  14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм.

Головная часть длиной 12220 мм буны выполнена из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8.

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем кр. 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальных грунтах ИГЭ-3, ИГЭ-4 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2.

**Реконструкция пляжеудерживающей буны № 6**

Существующая пляжеудерживающая бунa №6 (юго-восточная) представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 59,60 м, ширина 3,31 м.

Бунa выполнена из бетонных массивов размерами 3,3х2,0х0,7 м, установленных наклонно (в сторону берега) на коренное дно. Сверху над наклонными плитами выполнена накрывочная омоноличивающая плита.

Техническое состояние буны №6 оценивается как неудовлетворительное.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны №6 до следующих параметров:

- длина буны увеличивается до 61,925 м;
- ширина буны увеличивается до 5,0 м;
- отметка гребня буны в корневой части + 4,00 м БС;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 48   |

- участок от корневой части на протяжении 6,20 м выполняют горизонтальным, далее участки буны выполнены в виде наклонной поверхности: длиной 10,33 м от отм. + 4,00 БС до отм. +3,50 м БС, длиной 25,0 м от отм. +3,50 м БС до отм. +1,50 м БС, длиной 20,42 м от отм. +1,50 м БС до отм. +0,50 м БС;

- в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок.

В корневой части буны № 6, для обеспечения ее проектной длины, устанавливают металлический каркас МК-10 выполняющего роль тела сооружения и анкера для верхней железобетонной монолитной плиты. Каркас МК-10 заполняют камнем кр. 400-600 мм.

Омоноличивание каркаса выполняют гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают приваркой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) к металлическому каркасу МК-10.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 мм, поверху плиты не менее 500 мм. Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны на участках каркаса МК-10 опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).

Высота каркаса МК-10 составляет 7000 мм; в остальном конструкция каркаса аналогична применяемым в бунах № 1- № 3.

В углах каркаса МК-10 предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС) длиной 9000 мм, в остальном конструкция БНС аналогична применяемым в буне № 3.

|              |         |                                                                                                                                                                       |        |       |      |  |  |                  |      |
|--------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|------|--|--|------------------|------|
| Взам. инв. № |         | опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4).                                                                                                                        |        |       |      |  |  |                  |      |
| Подп. и дата |         | Высота каркаса МК-10 составляет 7000 мм; в остальном конструкция каркаса аналогична применяемым в бунках № 1- № 3.                                                    |        |       |      |  |  |                  |      |
| Инв. № подл. |         | В углах каркаса МК-10 предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС) длиной 9000 мм, в остальном конструкция БНС аналогична применяемым в бунке № 3. |        |       |      |  |  |                  |      |
|              |         |                                                                                                                                                                       |        |       |      |  |  | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|              |         |                                                                                                                                                                       |        |       |      |  |  |                  | 49   |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист                                                                                                                                                                  | № док. | Подп. | Дата |  |  |                  |      |



Омоноличивание тела существующей буны № 6, с доведением до проектной длины 61,925 м, выполняется гидротехническим бетоном кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе в съемной опалубке симметрично ее оси, с установкой вертикальных и горизонтальных арматурных сеток Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Проектное положение арматурных сеток обеспечивают установкой арматурных стержней Ø 14 мм (А-400) в заранее просверленные отверстия Ø 18 мм глубиной 200 мм в шахматном порядке 400х400 мм на эпоксидный клей в теле существующей буны.

Толщина слоя омоноличивания по обеим сторонам буны составляет 500 - 890 мм, поверху плиты не менее 500 мм.

Бетон омоноличивания по обеим сторонам буны опирается на скальный грунт основания (ИГЭ-4). При этом, с учетом устройства котлованов (для монтажа опалубки и последующего омоноличивания) происходит обнажение основания существующей буны № 6.

Для исключения аварийных ситуаций проектом предусмотрено:

- устройство по контуру существующей буны постоянного ограждения из шпунта «Ларсен 5-УМ» (или эквивалент) (размеры сечения 200х500мм) с заведением в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1000 мм;
- включение шпунтовых ограждений в состав омоноличивания.

Конструкция плиты покрытия и головной части буны № 6 аналогична применяемой в бунах № 3 - № 5.

Конструкция укрепления дна вдоль тела буны №6 аналогична применяемой в бунах № 3 - № 5.

Конструкция укрепления корневой части буны № 6 с юго-восточной стороны аналогична применяемой в буне № 1.

|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|----|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |    |
|      |         |      |        |       |      |                  |      | 50 |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |



**Подпорно-волноотбойная стена ПС-2**

Подпорно-волноотбойная стена ПС-2 включает:

- участок 1 длиной 64,84 м между корневыми частями бун № 3 - № 4;
- участок 2 длиной 77,84 м между корневыми частями бун № 4 - № 5;
- участок 1 длиной 84,055 м между корневыми частями бун № 5- № 6.

Общая длина реконструируемой стены ПС-2 составляет 226,735 м.

Конструкция стены ПС-2 выполнена из монолитного гидротехнического бетона кл. В22,5, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе.

Поперечный профиль подпорно-волноотбойной стены принят в соответствии с требованиями п. 9.8 СП 277.1355800.2016.

Отметка верха стены + 3,70 м БС, отметка подошвы фундамента - 3,71 м БС; фундамент опирается на скальный грунт ИГЭ-4.

Ширина стены поверху 1500 мм, толщина 1375 – 4225 мм, высота стены 7410 мм.

Для уменьшения высоты наката штормовых волн и устранения переливов воды через гребень стены морская ее часть (лицевая грань) выполнена криволинейного очертания радиусами 1620 – 6700 мм. Верхняя часть лицевой грани снабжена волноотражающим карнизом высотой 250 мм.

На верхней части стены устроен монолитный ж.б. парапет размерами поперечного сечения 300х600 мм (отм. +4,30 БС) для размещения перильного ограждения и упора тротуарной плитки примыкающей набережной (отм. +4,00 БС).

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|

Тело подпорно-волноотбойной стены по контуру поперечного сечения армировано арматурными сетками Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

В теле стены через каждые 2,5 м предусмотрены отверстия с установкой трубок Ø 150 мм для выпуска грунтовых вод. При этом под трубками устроен водоупор из монолитного бетона кл. В22,5, F200, W8 толщиной 100 мм с поперечным уклоном 0,05; на входных участках трубок устроен обратный фильтр из щебня фр. 40-70 мм и фр. 10-20 мм.

Обратная засыпка котлована выполнена природной ГПС.

Обратные поверхности стены, контактирующие с грунтом, имеют обмазочную битумную гидроизоляцию.

### **Подпорно-волноотбойная стена ПС-3**

Подпорная стена ПС-3 является частью технического помещения под набережной и не подвержена штормову воздействию волн.

Конструкция подпорной стены ПС-3 выполнена применительно к типовому проекту серия 3.002.1-2 «Подпорные стены из монолитного бетона» и включает фундаментную и лицевую плиты.

Отметка верха стены +4,00 м БС соответствует отметке набережной.

Длина стены углового типа ПС-3 составляет 21,14 м.

Подпорная стена ПС-3 выполнена из гидротехнического железобетона кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе.

Стена ПС-3 включает два участка каждый длиной 10,57 м, разделенных деформационным швом.

Фундаменты опираются на скальный грунт ИГЭ-4; участок 1 на отм. – 1,48 м БС, участок 2 - на отм. – 2,13 м БС.

Высота стены участка 1 составляет 5,48 м, участка 2 – 6,13 м.

Толщина лицевой стены 0,5 м.

|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | железобетона кл. В30, F200, W8 на сульфатостойком портландцементе.                                            |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Стена ПС-3 включает два участка каждый длиной 10,57 м, разделенных деформационным швом.                       |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Фундаменты опираются на скальный грунт ИГЭ-4; участок 1 на отм. – 1,48 м БС, участок 2 - на отм. – 2,13 м БС. |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Высота стены участка 1 составляет 5,48 м, участка 2 – 6,13 м.                                                 |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Толщина лицевой стены 0,5 м.                                                                                  |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                               |  |  |  |  |  |

Ширина фундаментной плиты 3,3 м, толщина 0,5 - 0,65 м; поверхность плиты выполнена с уклоном 60 ‰. Вылет передней консоли фундаментной плиты 0,3 м.

Тело подпорной стены ПС-3 по контуру поперечного сечения армировано арматурными сетками Ø 14 мм (А400), размерами ячеек 200х200 мм, с обеспечением защитного слоя бетона 100 мм.

Обратные поверхности стены, контактирующие с грунтом, имеют обмазочную битумную гидроизоляцию.

#### **Подпорно-волноотбойная стена ПС-4**

Подпорно-волноотбойная стена ПС-4 устроена по внешнему контуру входного участка в техническое помещение.

В плане ПС-4 выполнена Г-образной и включает два участка: первый расположен вдоль моря от буны № 3, второй примыкает к подпорно-волноотбойной стене ПС-1. Отметка верха стены +3,70 м БС.

Конструкция подпорно-волноотбойной стены ПС-4, аналогична подпорно-волноотбойной стене ПС-2, представленной в п. 12.8.1 настоящей пояснительной записки. Особенностью является вертикальная грань оборотной поверхности ПС-4 от отм. +1,00 м БС до отм. +2,30 м БС, т.к. оборотная поверхность является внутренней стеной входного участка в техническое помещение.

*При разработке котлованов для участков волноотбойных стен ПС-2 и ПС-4 попадания мутности в акваторию Черного моря не предполагается, т.к. волноотбойные стены устраивают после отсыпки волногасящего пляжа со смещением уреза воды моря на расстояние 40 м от волноотбойных стен (в соответствии со строительным профилем волногасящего пляжа).*

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>54 |
|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|      |         |      |        |       |      |                  |            |

|               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| Интв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|               |              |              |

При разработке котлованов для участков волноотбойных стен ПС-2 и ПС4 попадания мутности в акваторию Черного моря не предполагается, т.к. волноотбойные стены устраивают после отсыпки волногасящего пляжа со смещением уреза воды моря на расстояние 40 м от волноотбойных стен (в соответствии со строительным профилем волногасящего пляжа).

На поверхности пандуса общей шириной 6400 мм предусмотрен участок для инвалидов-колясочников шириной 1150 мм (900 мм + 250

мм парапет) и дополнительный участок для инвалидов шириной 750 мм х 3 полосы = 5250 мм.

Справа пандуса (по направлению его спуска) предусмотрены поручни высотой 0,9 м из нержавеющей стали; габарит в свету для проезда инвалидов-колясочников составляет 0,9 м в соответствии требованиями СП 59.13330.2012. Слева пандуса (по направлению его спуска) установлено перильное ограждение высотой 1,1 м из нержавеющей стали.

По продольным краям пандуса устроены бортики высотой не менее 0,05 м в соответствии требованиями СП 59.13330.2012.

### **Реконструкция лестничных сходов**

Вместо демонтированных существующих лестничных сходов и бетонных площадок для выхода на пляж устраивают новые лестничные сходы Л1 – Л9 шириной пешеходной части 3,0 м.

Лестничные сходы Л1 - Л3 устраивают на корневых участках строящихся бун № 1 - № 2; сходы Л4 - Л9 устраивают на корневых частях реконструируемых бун № 4 - № 6.

Конструкция лестничного схода (Л1 – Л9) выполнена из монолитного гидротехнического железобетона кл. В30, F200, W8 и включает: две опоры, лестничный марш, перила.

Опоры (две продольные стены по бокам схода) выполнены из монолитного железобетона, армированы сетками из стержней Ø 14 мм (A400) размером ячеек 200 х200 мм.

Опора № 1 (со стороны набережной) размерами 3000х500х2310...3970 мм опирается на фасадную поверхность подпорно-волноотбойной стены ПС-1 (ПС-2) и объединена с телом стены с помощью арматурных выпусков.

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>56 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |

Площадка для кафе, примыкающая к детскому бассейну, представляет собой гармоничное пространство, ограниченное четкими линиями трапеции. Ее плоскость, выполненная в едином уровне, является концептуальным продолжением рекреационной зоны, обеспечивая плавный переход от купания к отдыху. Навес,



сочетающиеся с легкостью ограждения, обеспечит визуальную связь с окружающим миром, не нарушая при этом атмосферу спокойствия и комфорта.

***Будет разработан по отдельному проекту, возможная постройка будет выполнена в некапитальном исполнении.***

Таким образом, площадка представляет собой не только функциональное решение, но и возможную интеграцию малого архитектурного объекта, гармонично вписанный в ландшафт бассейна и создающий атмосферу уютного отдыха.

Под зоной отдыха и чашами бассейна размещается техническое пространство для ввода и обслуживания инженерного оборудования. Чаша взрослого бассейна имеет сложную форму с ступенями в строительном исполнении в верхней части по оси Ф и для спуска в воду, а также металлические лестницы в нижней части. Глубина данного бассейна переменная - от 1,2м до 1,8м (понижение от верхней части к нижней).

Чаша детского бассейна имеет постоянную глубину – 0,6 м. В данном бассейне с двух сторон размещены: лестницы в строительном исполнении для спуска в воду, а также водные игровые приспособления, такие как водопады и горки.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистового покрытия площадки вокруг чаш бассейна, что соответствует относительной отметке +3.80. Высота технического этажа – 2,4 м. ЛОС №1 и ЛОС ; 4 - локальные очистные сооружения поверхностных сточных вод модели «ПВТ» полной заводской готовности, погруженные в грунт. Установки предназначены для улавливания и сбора нефтепродуктов, БПК, ХПК из поверхностных (дождевых, талых, поливочных) и производственных сточных вод, а также их механической очистки от взвешенных веществ. Для исключения воздействия внешних нагрузок на

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 58   |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

поверхности земли, под ЛОС устраивается плита основания по подготовленному грунту, а над – распределительная плита.

Резервуары очищенного стока №1 и № 4 – накопительные резервуары самотечной сети дождевой канализации, устанавливающиеся после ЛОС.

Размещены в монолитных железобетонных саркофагах и помещены в грунт.

В границах участка предусмотрено:

- Устройство тротуаров и пешеходных зон с покрытием из тротуарной плитки, обеспечивающие безопасное и удобное передвижение пешеходов к объектам культурно-бытового обслуживания, отдыха, спорта и т.д.;

- Устройство площадок для игр, спорта и отдыха взрослого населения с покрытиями из песка с размещением оборудования площадок и с установкой малых архитектурных форм;

- Душевая стойка - наружного применения, для водных процедур (ополаскивания) после морского, речного купания. Устанавливается открыто, на пляжной территории. В каждом блоке предусмотрено 8 леек из расчета на количество отдыхающих;

- Пляжная кабинка из массива дерева хвойных пород. Используется калиброванная сухая древесина. Размер 2,4 м. х 4,0 м. х 2,1 м. С поддоном. Окрашивание устойчивыми к улице акриловыми красками. Предварительная обработка огнебиозащитными составами. Сборно-разборная модель. Изготавливается под заказ.

- Трехсекционный автономный туалетный модуль ПТ2. Габаритные размеры модуля 7100х2400х2700. Адаптирован для МГН. Производитель ВЮЕКО-системы.

- Установка опор наружного освещения;

- Строительство плавательного бассейна;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 59   |

- Устройство озеленения территории, в том числе разбивка газонов.

Предусматривается озеленение и благоустройство всей свободной от застройки и покрытий территории. Площадки и пешеходные зоны оборудуется малыми архитектурными формами и элементами благоустройства.

На пляже устраиваются спасательные вышки.

Прилегающая к гостиничному комплексу территория запроектирована максимально доступной для всех категорий маломобильных групп населения. В местах изменения высот поверхностей пешеходных путей они выполнены с плавным понижением и с уклоном не более 1:20 (50‰) или обустроены пандусами или лифтами.

Рельефные покрытия и зоны отдыха предусмотрены на путях движения инвалидов (в соответствии с СП59.13330.2020). Предусмотрено ограждение опасных зон, разметка путей движения. Опасные для инвалидов объекты и пространства огорожены бортовым камнем высотой 0,05м или тактильной плиткой. Перепад высот бортовых камней вдоль газонов и озелененных площадок, используемых для рекреации, примыкающих к путям пешеходного движения, не превышает 0,015 м. В темное время суток предполагается использование светоотражающих знаков и указателей. Светильники в зоне интенсивного движения пешеходов установлены не ниже 2,1м от уровня тротуара. На территории, прилегающей к объекту на расстоянии не более 150м друг от друга, предусмотрены зоны отдыха. Зоны отдыха, доступные МГН оборудованы скамьями, указателями и светильниками. Минимальные габариты зоны отдыха для инвалидов- колясочников 1,5х1,2м. В местах отдыха применены скамьи разной высоты от 0,38 до 0,58 м с опорой для спины.

|              |              |              |        |       |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

Зоны отдыха и игровые площадки оборудованы малыми архитектурными формами. По всей территории равномерно размещены скамейки для отдыха, урны, шезлонги и др. По участку также равномерно размещены места для отдыха МГН группы мобильности М4 и их сопровождающих – скамейки с выделенными зонами для остановки коляски, не препятствующие прохожу/проезду по основным дорожкам.

Таблица 1 – Основные технико-экономические показатели

| №№<br>п.п. | Наименование показателей          | Ед.<br>изм.    | Кол-во  | Примеч.                |
|------------|-----------------------------------|----------------|---------|------------------------|
| 1          | Пляжеудерживающая буна № 1        | м              | 81,630  | новое<br>строительство |
| 2          | Пляжеудерживающая буна № 2        | м              | 81,630  |                        |
| 3          | Пляжеудерживающая буна № 3        | м              | 61,585  | реконструкция          |
| 4          | Пляжеудерживающая буна № 4        | м              | 61,730  |                        |
| 5          | Пляжеудерживающая буна № 5        | м              | 61,925  |                        |
| 6          | Пляжеудерживающая буна № 6        | м              | 61,925  |                        |
| 7          | Волногасящий пляж                 | м <sup>3</sup> | 34 250  |                        |
| 8          | Подпорно-волноотбойная стена ПС-2 | м              | 226,735 | Новое<br>строительство |
| 9          | Подпорная стена ПС-3              | м              | 21,140  |                        |
| 10         | Подпорно-волноотбойная стена ПС-4 | м              | 26,640  |                        |
| 11         | Пандус для инвалидов              | м              | 29,500  |                        |
| 12         | Лестничные сходы                  | Шт.            | 9       | реконструкция          |

Площадь земельного участка с кадастровым номером 23:33:0110001:845 - 8830 м<sup>2</sup>.

1. Площадь территории в границах проектирования - 27 052 м<sup>2</sup> (100%)

2. Площадь отсыпаемого пляжа - 19 873 м<sup>2</sup> (100%-73,46 %), в т. ч:

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

- пандус для МГН с лестничными спусками и входом в техническое помещение бассейна - 434,41 м<sup>2</sup> (2,19%);
  - съезд на набережную - 145,51 м<sup>2</sup> (0,73 %)
  - площадь открытых бассейнов - 1193,61 м<sup>2</sup> (6,01%);
  - площадь площадки под летнее кафе - 278,40 м<sup>2</sup> (1,4%);
  - площадь под спасательными вышками - 61,10 м<sup>2</sup> (0,31%);
  - площадь под душевыми - 35,79 м<sup>2</sup> (0,18%);
  - площади под раздевалками - 30,0 м<sup>2</sup> (0,15%);
  - площади под санузлами - 178,0 м<sup>2</sup> (0,9%);
  - площадь под волейбольной площадкой - 719,57 м<sup>2</sup> (3,62%);
  - площадь под площадками под киосками - 140 м<sup>2</sup> (0,7%);
  - площади под лестницами - 108 м<sup>2</sup> (0,54%).
3. Площадь под подпорными стенками - 3386,91 м<sup>2</sup> (12,52%).
4. Площадь реконструируемых бун - 2670,68 м<sup>2</sup> (13,44 %);
5. Площади крепления корневых частей бун № 1; №6 - 157 м<sup>2</sup> (0,58%).

Таблица 2 – Перечень объектов границах ВОЗ и ПЗП

| №                                    | Наименование                                        | Ед.изм. | Площадь | %    |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|---------|------|
| 1                                    | Площадь участка по ГПЗУ № РФ-23-4-53-2-06-2022-4067 | м2      | 8830    | 100  |
| 2. Площадь застройки, в т.ч.:        |                                                     |         |         |      |
| 2.1                                  | Площадь застройки открытого бассейна                | м2      | 1166.7  | 13.2 |
| Итого:                               |                                                     |         | 1166.7  | 13.2 |
| 3. Площадь твердых покрытий, в т.ч.: |                                                     |         |         |      |
| 3.1                                  | Тротуары на земле                                   | м2      | 2992.3  | 33.9 |
| 3.2                                  | Площадь бетонных покрытий                           | м2      | 361.3   | 4.1  |
| Итого:                               |                                                     |         | 3353.6  | 38.0 |
| 4. Площадь озеленения, в т.ч.:       |                                                     |         |         |      |
| 4.1                                  | Газон на земле                                      | м2      | 217.4   | 2.5  |
| 4.2                                  | Площадь песчанного пляжа                            | м2      | 3507.2  | 39.7 |
| Итого:                               |                                                     |         | 3724.6  | 42.2 |
| 5. Площадь лестничных спусков        |                                                     |         |         |      |
| 5.1                                  | Площадь наружных лестниц                            | м2      | 309.2   | 3.5  |
| Итого:                               |                                                     |         | 309.2   | 3.5  |
| 6                                    | Площадь сечения подпорных стен                      | м2      | 275.9   | 3.1  |

|                               |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|--------|-------|------|-----|-------------------|----|--------|------|-----|---------------------------|----|-------|-----|--------|--|------|---------|------|--------------------------------|-------|------|--|--|-----|----------------|----|-------|-----|-----|--------------------------|----|--------|------|--------|--|--|--------|------|-------------------------------|--|--|--|--|-----|--------------------------|----|-------|-----|--------|--|--|-------|-----|---|--------------------------------|----|-------|-----|
| Инв. № подл.                  | Подп. и дата                   | Взам. инв. № | <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Кол.уч.</td><td>Лист</td><td>№ док.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док.                         | Подп. | Дата |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кол.уч.                   | Лист | № док. | Подп. | Дата |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | <table><tr><td>3.1</td><td>Тротуары на земле</td><td>м2</td><td>2992.3</td><td>33.9</td></tr><tr><td>3.2</td><td>Площадь бетонный покрытий</td><td>м2</td><td>361.3</td><td>4.1</td></tr><tr><td colspan="2">Итого:</td><td></td><td>3353.6</td><td>38.0</td></tr><tr><td colspan="2">4. Площадь озеленения, в т.ч.:</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4.1</td><td>Газон на земле</td><td>м2</td><td>217.4</td><td>2.5</td></tr><tr><td>4.2</td><td>Площадь песчанного пляжа</td><td>м2</td><td>3507.2</td><td>39.7</td></tr><tr><td colspan="2">Итого:</td><td></td><td>3724.6</td><td>42.2</td></tr><tr><td colspan="2">5. Площадь лестничных спусков</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5.1</td><td>Площадь наружных лестниц</td><td>м2</td><td>309.2</td><td>3.5</td></tr><tr><td colspan="2">Итого:</td><td></td><td>309.2</td><td>3.5</td></tr><tr><td>6</td><td>Площадь сечения подпорных стен</td><td>м2</td><td>275.9</td><td>3.1</td></tr></table> |                           |      |        |       |      | 3.1 | Тротуары на земле | м2 | 2992.3 | 33.9 | 3.2 | Площадь бетонный покрытий | м2 | 361.3 | 4.1 | Итого: |  |      | 3353.6  | 38.0 | 4. Площадь озеленения, в т.ч.: |       |      |  |  | 4.1 | Газон на земле | м2 | 217.4 | 2.5 | 4.2 | Площадь песчанного пляжа | м2 | 3507.2 | 39.7 | Итого: |  |  | 3724.6 | 42.2 | 5. Площадь лестничных спусков |  |  |  |  | 5.1 | Площадь наружных лестниц | м2 | 309.2 | 3.5 | Итого: |  |  | 309.2 | 3.5 | 6 | Площадь сечения подпорных стен | м2 | 275.9 | 3.1 |
|                               |                                |              | 3.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Тротуары на земле         | м2   | 2992.3 | 33.9  |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | 3.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Площадь бетонный покрытий | м2   | 361.3  | 4.1   |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | Итого:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |      | 3353.6 | 38.0  |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | 4. Площадь озеленения, в т.ч.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
|                               |                                |              | 4.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Газон на земле            | м2   | 217.4  | 2.5   |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| 4.2                           | Площадь песчанного пляжа       | м2           | 3507.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 39.7                      |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| Итого:                        |                                |              | 3724.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 42.2                      |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| 5. Площадь лестничных спусков |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| 5.1                           | Площадь наружных лестниц       | м2           | 309.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.5                       |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| Итого:                        |                                |              | 309.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.5                       |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| 6                             | Площадь сечения подпорных стен | м2           | 275.9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.1                       |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ              |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| Лист                          |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |
| 62                            |                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |      |        |       |      |     |                   |    |        |      |     |                           |    |       |     |        |  |      |         |      |                                |       |      |  |  |     |                |    |       |     |     |                          |    |        |      |        |  |  |        |      |                               |  |  |  |  |     |                          |    |       |     |        |  |  |       |     |   |                                |    |       |     |

Таблица 3 – Ведомость основных видов работ

| Поз.                                                   | Наименование видов работ                                           | Изм.  | Кол-во      |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <i>Восточная буна №4</i>                               |                                                                    |       |             |
| 1                                                      | <i>Демонтаж тельферной эстакады</i>                                |       |             |
| 1.1                                                    | Демонтаж сборных ж.б. тельферных опор                              | шт    | 8/7,6       |
| 1.2                                                    | Демонтаж тельферного металлического пути                           | т     | 2,874       |
| 2                                                      | Демонтаж металлических перил                                       | м/т   | 48,4/0,963  |
| <i>Восточный междунный отсек (буна №3 – буна №4)</i>   |                                                                    |       |             |
| 3                                                      | <i>Демонтаж солярия</i>                                            |       |             |
| 3.1                                                    | Демонтаж бетонного перильного ограждения                           | м/м3  | 226/50,6    |
| 3.2                                                    | Демонтаж керамической плитки, h=0,04 м                             | м2/м3 | 483,6/19,3  |
| 3.3                                                    | Демонтаж выравнивающего цементно-песчаного слоя h=0,05 м           | м2/м3 | 483,6/24,18 |
| 3.4                                                    | Демонтаж сборных ж.б. плит перекрытия                              | шт/м3 | 60/131,5    |
| 3.5                                                    | Демонтаж монолитного бетонного парапета-опоры ж.б. плит перекрытия | м3    | 56,2        |
| 3.6                                                    | Демонтаж монолитного ж.б. ригеля                                   | м3    | 17,9        |
| 3.7                                                    | Демонтаж монолитных ж.б. колонн                                    | шт/м3 | 19/2,8      |
| 3.8                                                    | Демонтаж монолитных лестничных сходов солярия                      | шт/м3 | 3/7,5       |
| 4                                                      | Демонтаж монолитного бетонного покрытия                            | м3    | 77,6        |
| 5                                                      | Демонтаж лестничного схода Л3                                      | шт/м3 | 1/14,8      |
| 6                                                      | Демонтаж металлического перильного ограждения                      | м/т   | 71,4/1,417  |
| 7                                                      | Демонтаж бетонного пандуса                                         | м3    | 14,4        |
| 8                                                      | Демонтаж монолитного бетонного парапета                            | м/м3  | 2,86/0,5    |
| <i>Буна №3</i>                                         |                                                                    |       |             |
| 9                                                      | Демонтаж металлического перильного ограждения                      | м/т   | 6,5/0,136   |
| <i>Центральный междунный отсек (буна №3 – буна №2)</i> |                                                                    |       |             |
| 10                                                     | Демонтаж бетонного пандуса                                         | м3    | 5,74        |
| 11                                                     | Демонтаж металлического перильного ограждения                      | м/т   | 4/0,087     |
| 12                                                     | Демонтаж бетонного покрытия вдоль пляжа                            | м3    | 68,8        |
| 13                                                     | Демонтаж лестничного схода Л2                                      | шт/м3 | 1/11,6      |
| 14                                                     | Демонтаж монолитного бетонного парапета                            | м/м3  | 107/17,1    |

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>63 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |

| Поз.                                                 | Наименование видов работ                                                 | Изм.  | Кол-во      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <i>Западный междубуный отсек (буна №2 – буна №1)</i> |                                                                          |       |             |
| 15                                                   | Демонтаж лестничного схода Л1 возле буны №2                              | шт/м3 | 1/10,29     |
| 16                                                   | Демонтаж бетонного пандуса возле буны №2                                 | м3    | 3,96        |
| 17                                                   | <i>Демонтаж солярия</i>                                                  |       |             |
| 17,1                                                 | Демонтаж бетонного перильного ограждения                                 | м/м3  | 192,2/43,1  |
| 17,2                                                 | Демонтаж керамической плитки, h=0,04 м                                   | м2/м3 | 432,1/17,28 |
| 17,3                                                 | Демонтаж выравнивающего цементно-песчаного слоя h=0,05 м                 | м2/м3 | 432,1/21,6  |
| 17,4                                                 | Демонтаж сборных ж.б. плит перекрытия                                    | шт/м3 | 53/129,8    |
| 17,5                                                 | Демонтаж монолитного бетонного парапета-опоры ж.б. плит перекрытия       | м3    | 50,2        |
| 17,6                                                 | Демонтаж монолитного ж.б. ригеля                                         | м3    | 16,02       |
| 17,7                                                 | Демонтаж монолитных ж.б. колонн                                          | шт/м3 | 17/2,79     |
| 17,8                                                 | Демонтаж монолитных лестничных сходов солярия                            | шт/м3 | 2/4,88      |
| 17,9                                                 | Демонтаж бетонного покрытия вдоль пляжа                                  | м3    | 89,9        |
| 18                                                   | Демонтаж бетонного пандуса возле первой буны                             | м3    | 6,14        |
| 19                                                   | Демонтаж монолитного бетонного парапета                                  | м/м3  | 20,7/3,3    |
| <i>Буна №1</i>                                       |                                                                          |       |             |
| 20                                                   | <i>Демонтаж азария</i>                                                   |       |             |
| 20,1                                                 | Демонтаж сборных ж.б. опор                                               | шт/м3 | 5/22,62     |
| 20,2                                                 | Демонтаж монолитных ж.б. ригелей                                         | шт/м3 | 4/16,32     |
| 20,3                                                 | Демонтаж покрытия из металлического профнастила                          | м2/м  | 127,1/0,51  |
| 21                                                   | <i>Демонтаж металлического ограждения</i>                                |       |             |
| 21,1                                                 | Демонтаж металлических стоек                                             | шт/м  | 10/0,07     |
| 21,2                                                 | Демонтаж металлических секций ограждения                                 | шт/м  | 9/0,59      |
| 22                                                   | <i>Демонтаж дополнительных элементов</i>                                 |       |             |
| 22,1                                                 | Демонтаж пластиковых труб Ø20мм водопровода на фасаде долнотбойной стены | м     | 303,2/83,99 |
| 22,2                                                 | Демонтаж каменной плитки на парапете                                     | м3    | 178,65      |

Складирование строительных материалов и конструкций предусмотреть с учётом суточного запаса материалов на свободной территории.

Из-за стеснённых условий работ устройство временных складских площадок не предусмотрено, монтаж осуществляется «с колёс». Площадок для укрупненной сборки конструкций не требуется, так как арматурные сетки и металлические каркасы поставляется в сборном виде к месту монтажа, автотранспортом.

|      |         |      |        |       |      |                  |  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|--|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |  | 64   |

## ДЕМОНТАЖ.

### Перечень зданий, строений и сооружений, подлежащих сносу:

- демонтаж существующих сооружений набережной (бетонных блоков, металлического технического помещения и навеса на бетонных опорах; металлических лестничных сходов и перильного ограждения);
- демонтаж бетонной буны № 5 (т.к. она не совпадает в плане с проектируемой буной);
- демонтаж бетонных лестничных сходов бун № 3 - № 6;
- демонтаж бетонной волноотбойной стены на участке бун № 3 - № 6 (т.к. стена не совпадает в плане с проектируемой ПС-2);
- демонтаж существующих подпорных стен (510,5 м3).

***Демонтаж конструкций существующих гидротехнических сооружений (ГТС) и пляжной зоны осуществляется методами - отбойными молотками, гусеничным краном и др.***

Демонтаж существующих сооружений набережной выполняют следующим образом:

- бетонные блоки, разрушенные штормом и разбросанные по набережной, краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку;

- существующие подпорные стены, состоящие из бетонных блоков размерами 2,4х0,4х0,6 м (массой 0,543 т) и бетонных блоков размерами 1,0х1,0х1,0 м (массой 2,5 т) срубают отбойными молотками, краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку;

- конструкции металлического технического помещения и навеса (на участке набережной между бунами № 5 и № 6) срезают при помощи сварочного оборудования и краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы; транспортируют материал от разборки во Вторчермет;

|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|----|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |    |
|      |         |      |        |       |      |                  |      | 65 |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |    |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |    |



- бетонные опоры технического помещения и навеса срубают отбойными молотками, краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку;

- металлические лестничные сходы на участке (буна № 5 - № 6) набережной срезают при помощи сварочного оборудования и краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы; транспортируют материал от разборки во Вторчермет;

- металлические перильные ограждения срезают при помощи сварочного оборудования и краном грузоподъемностью 15 т грузят в автомобили-самосвалы; транспортируют материал от разборки во Вторчермет.

Демонтаж существующей буны № 5 выполняют следующим образом:

- сборные бетонные блоки тела существующей буны размерами 3,3х2,0х0,7 м (массой 11 т) гусеничным краном грузоподъемностью 50 т, с берега на расстоянии вылета стрелы крана до 14 м (грузоподъемность при этом составляет не менее 12,8 т), грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку;

- далее демонтажные работы выполняют последовательно, после посекционного устройства тела буны, с заездом гусеничного крана на затвердевшие ж.б. секции буны.

Демонтаж лестничных сходов бун № 3 - № 6 выполняют следующим образом:

- бетонные конструкции лестничных сходов отбойными молотками разбирают по частям, чтобы вес каждого блока был не более 11 т;

- разрубленные бетонные блоки сходов гусеничным краном грузоподъемностью 50 т, установленным на набережной на ж.б. дорожных плитах временного подъезда, грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку.

|              |              |              |                                                                                                                                                                                                            |       |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | следующим образом:                                                                                                                                                                                         |       |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|              |              |              | - бетонные конструкции лестничных сходов отбойными молотками разбирают по частям, чтобы вес каждого блока был не более 11 т;                                                                               |       |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|              |              |              | - разрубленные бетонные блоки сходов гусеничным краном грузоподъемностью 50 т, установленным на набережной на ж.б. дорожных плитах временного подъезда, грузят в автомобили-самосвалы и вывозят на свалку. |       |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                            |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                            |       |      |                  |  |  |  |  |  | 66   |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                                                     | Подп. | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

Демонтаж существующей волноотбойной стены на участке бун № 3 - № 6 выполняют следующим образом:

- монолитные бетонные конструкции стены разбирают отбойными молотками, разобранные бетонные блоки краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы;
- монолитные железобетонные накрывочные плиты стены разбирают отбойными молотками, арматуру срезают газовым оборудованием; разобранные блоки накрывочных плит краном грузоподъемностью 25 т грузят в автомобили-самосвалы;
- сборные бетонные блоки тела и фундамента волноотбойной стены гусеничным краном грузоподъемностью 50 т грузят в автомобили-самосвалы.

Материал от разборки вывозят на свалку.

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно-питьевые и противопожарные цели.

Питьевую воду на объект планируется поставлять в 19 литровых пластиковых бутылках. На строительной площадке вода хранится в ёмкостях на 10000 л.

Расход воды на противопожарные цели обеспечивается пожарной службой.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения проектируемого объекта, является ранее запроектированная сеть объединенного хозяйственно-питьевого и Противопожарного водоснабжения.

Проектируемый объект оборудуется системой хозяйственно-питьевого водопровода (В1). Система хозяйственно-питьевого водопроводов предназначены для: подачи воды к душам на пляже и

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 67   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

технологическому оборудованию бассейна; заполнения и подпитки бассейна.

Подключение к сети водоснабжения предусматривается с установкой водопроводного колодца. На подключении устанавливается отключающая и спускная арматура. Проектируемый объект подсоединяется вводом водопровода к внутриплощадочной кольцевой ранее запроектированной сети водоснабжения гостиничного комплекса диаметром 280х25,4 мм с гарантированным напором в точке подключения 95 м (расчетный согласно ранее запроектированной документации).

Потребление воды 123,1м³/сутки.

Водоснабжение на производственные нужды не предусматривается.

**ВОДООТВЕДЕНИЕ**

Для отвода поверхностных вод по территории участка произведена вертикальная планировка, которая решена методом проектных горизонталей с шагом 0,1 м из условия полного отвода поверхностных вод от здания, минимально допустимого уклона при существующем рельефе, минимума земляных работ и увязана с общим рельефом прилегающей территории.

Продольные уклоны тротуаров в границе участка взяты в пределах допустимых норм (5-40 промилле) и в полной увязке с прилегающей территорией. Поперечный уклон 20 промилле.

Отвод ливневых стоков организован по спланированной поверхности в проектируемую сеть ливневой канализации. Водоотводный лоток общей длиной 328.4 п.м.

Ливневые воды с поверхности дорожных плит временных подъездов и разворотных площадок стекают в устроенные прямки,

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 68   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

откуда перекачиваются грязевым насосом во временные емкости. Из емкостей воды периодически откачиваются ассенизаторской машиной и вывозятся на очистные сооружения.

Водоотведение от объекта проектирования предусматривается в ранее запроектированные внутриплощадочные сети водоотведения гостиничного комплекса.

Для отведения сточных вод от проектируемого объекта предусмотрены следующие системы водоотведения:

- К1 - система бытовой канализации;
- К2 - система дождевой канализации;
- К4 – система дренажной канализации.

Стоки бытовой канализации от душей на зоне пляжа отводятся в самотечном режиме проектируемыми выпусками в проектируемую наружную внутриплощадочную сеть бытовой канализации с последующим отводом стоков в ранее запроектированную сеть бытовой канализации DN/OD 200 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Стоки бытовой канализации от бассейнов (слив от промывки фильтров бассейнов) отводятся в напорном режиме проектируемым выпуском в ранее запроектированную сеть бытовой канализации DN/OD 200 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Отведение дождевых стоков предусмотрено на проектируемые локальные очистные сооружения поверхностных сточных вод с последующим сбросом в накопительный резервуар.

Стоки дренажной канализации отводятся в напорном режиме в ранее запроектированные сети дождевой канализации DN/OD 300 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Для сбора стоков с проектируемой территории предусматривается устройство лотков и дождеприемного колодца. От дождеприемного

|              |              |              |                                                                                                                                                                         |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | локальные очистные сооружения поверхностных сточных вод с последующим сбросом в накопительный резервуар.                                                                |       |      |                  |  |      |
|              |              |              | Стоки дренажной канализации отводятся в напорном режиме в ранее запроектированные сети дождевой канализации DN/OD 300 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса. |       |      |                  |  |      |
|              |              |              | Для сбора стоков с проектируемой территории предусматривается устройство лотков и дождеприемного колодца. От дождеприемного                                             |       |      |                  |  |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                         |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                                                                         |       |      |                  |  | 69   |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                  | Подп. | Дата |                  |  |      |

колодца стоки отводятся на локальные очистные сооружения (ЛОС) с последующим сбросом в накопительный резервуар. Для очистки поверхностного стока предусмотрены к установке «ЛОС-ПВТ.П-12-ОКФ-У» производительностью 12,0л/с. Водоотведение составит - 89,5 м³/сутки.

**БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ**

При реконструкции гидротехнических сооружений и пляжной зоны гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой» рекультивация земельного участка не требуется.

**ПОТРЕБНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ, МЕХАНИЗМАХ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ**

Въезд и выезд на территорию осуществляется с участка, кадастровый номер 23:33:0110001:336 через два проектируемых въезда, выходящих на трассу А-147 (ул. Центральная). Центральный въезд предназначен для посетителей проектируемого гостиничного комплекса, а въезд, размещенный в правой части участка со стороны трассы, предназначен для служебного транспорта, обслуживающих сервисов и техники. При въездах на территорию размещены подъемные шлагбаумы, а также контрольно- пропускные пункты. Пешеходный проход на территорию осуществляется через проектируемое КПП.

Проектом не предусматриваются гостевые парковочные места.

Проезд автомобилей в зону пляжа осуществляется по проектируемой набережной.

Пожарные расчеты передвигаются по верхней дороге.

Специализированная (мини) техника для обслуживания и мусороудаления спускается на набережную по проектируемому съезду.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 70   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

Перед данными въездами предусмотрено устройство автоматических выдвижных боллардов.

В местах проезда пожарной техники обеспечены твердые покрытия шириной не менее 4,2 м. Уклон этих проездов не превышает 6% для обеспечения возможности остановки спецтехники. Ширина остальных проездов на территории не менее 3,5 м. Спуск к пляжу вдоль юго-восточной границы участка предполагает проезд спецтехники, пешеходный проход в данной зоне предусмотрен.

Таблица 4 – Потребность в строительных машинах и механизмах  
(Этап 1, 2)

| № п.п | Наименование основных машин и механизмов. Тип и марка         | Характеристика                                                                                                                                                                     | Количество | Вид работ                                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                             | 3                                                                                                                                                                                  | 4          | 5                                                                                                                     |
| 1     | Водолазный бот с водолазной станцией РВН-376 (или эквивалент) | Мощность 109 кВт (150 л.с.)                                                                                                                                                        | 2          | Работы водолазов при реконструкции бун №1-6                                                                           |
| 2     | Кран на гусеничном ходу ДЭК-501 (или эквивалент)              | Грузоподъемность 50т, с дополнительным навесным оборудованием:<br>- грейфер 3,0 м³;<br>- виброуплотнитель;<br>- буровая установка;<br>- вибропогружатель<br><br>Внешняя ДГУ 75 кВт | 2          | Монтаж опалубки, каркасов МК-1...МК-11, устройство каменной засыпки, бурение лидерных скважин, вибропогружение шпунта |
| 3     | Кран на пневмоколесном ходу КС-35719-1 (или эквивалент)       | Грузоподъемность 15т<br>Мощность 131 кВт (178 л.с.)                                                                                                                                | 1          | Демонтаж/монтаж конструкций                                                                                           |
| 4     | Кран на пневмоколесном ходу КС-45717-1 (или эквивалент)       | Грузоподъемность 25т<br>Мощность 154 кВт (210 л.с.)                                                                                                                                | 1          | Демонтаж/монтаж конструкций                                                                                           |

|      |         |      |        |       |      |                  |  |  |  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|--|--|--|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  |  |  |  | 71   |

|    |                                                                                     |                                                                                                  |   |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Погрузчик<br>CDM856<br>(или эквивалент)                                             | Грузоподъёмность<br>5 т<br>Мощность<br>162 кВт<br>(220 л.с.)                                     | 1 | Демонтаж/<br>монтаж<br>конструкций                                                  |
| 6  | Экскаватор<br>одноковшовый<br>на гусеничном<br>ходу<br>JY623ELB<br>(или эквивалент) | Ёмкость ковша<br>0,6 м³<br>Мощность<br>133 кВт<br>(180 л.с.)                                     | 1 | ПЕРЕГРУЗКА ПЛЯЖНОГО<br>МАТЕРИАЛА, ЗАПОЛНЕНИЕ<br>КАРКАСОВ КАМНЕМ                     |
| 7  | Бульдозер<br>Т-130<br>(или эквивалент)                                              | Мощность<br>96 кВт<br>(130 л.с.)                                                                 | 1 | Разравнивание пляжного<br>материала                                                 |
| 8  | Автобетоносме-<br>ситель<br>СБ-92А<br>(или эквивалент)                              | Объем барабана<br>8 м³<br>Двигатель барабана<br>Д-144 44,1 кВт<br>(60 л.с.)                      | 4 | Реконструкция бун №1-6                                                              |
| 9  | Бетононасос<br>стационарный<br>СБ-207<br>(или эквивалент)                           | Производительность<br>45 м³/ч<br>Двигатель Д-144<br>44,1 кВт (60 л.с.)                           | 1 | Реконструкция бун №1-6                                                              |
| 10 | Автомобили-<br>самосвалы<br>КаМАЗ-65115<br>(или эквивалент)                         | Грузоподъёмность<br>15 т<br>Объем кузова 10 м³<br>Мощность<br>206 кВт (280 л.с.)                 | 2 | Транспорти-<br>ровка материалов                                                     |
| 11 | Автомобили-<br>самосвалы<br>КаМАЗ-6520<br>(или эквивалент)                          | Грузоподъёмность<br>20 т<br>Объем кузова 20 м³<br>Мощность<br>294 кВт (400 л.с.)                 | 8 | Доставка пляжного<br>материала<br>на объект                                         |
| 12 | Автомобили-<br>грузовые<br>бортовые<br>КаМАЗ-53212<br>(или эквивалент)              | Грузоподъёмностью<br>10 т<br>Мощность<br>154 кВт (210 л.с.)                                      | 2 | Транспорти-<br>ровка материалов                                                     |
| 13 | Сварочный<br>аппарат<br>TSS DGW<br>6.0/200ED-R<br>(или эквивалент)                  | С номинальным<br>сварочным током<br>250-400 А с<br>дизельным<br>двигателем<br>мощностью<br>6 кВт | 2 | Устройство<br>арматурных сеток,<br>подводная<br>электрокислородная срезка<br>шпунта |
| 14 | Аппараты для<br>газовой сварки и<br>резки<br>РЗП-2А-02М                             | -                                                                                                | 1 | Демонтаж металлических<br>конструкций                                               |

|              |              |              |        |       |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

72

|    |                                                                                   |                                                                                                 |   |                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------|
|    | (или эквивалент)                                                                  |                                                                                                 |   |                                                         |
| 15 | Молотки при работе от передвижных компрессорных станций ТЗК БК-3 (или эквивалент) | Отбойные пневматические                                                                         | 4 | Демонтаж конструкций                                    |
| 16 | Станции компрессорные ЗИФ ПВ-40/1,8 (или эквивалент)                              | Производительность 40 м³/мин, давление 245 кПа (2,5 ат)<br>Мощность двигателя 375 кВт (510 л.с) | 2 | Демонтаж конструкций                                    |
| 17 | Вибратор глубинный ИВ-117А (или эквивалент)                                       | Мощность 1 кВт                                                                                  | 4 | Уплотнение бетонной смеси при бетонировании конструкций |
| 18 | Дизельный генератор АДП 12-230 ВЛ (или эквивалент)                                | Мощность 12 кВт                                                                                 | 1 | Обеспечение стройплощадки электро-энергией              |
| 19 | Грязевой насос ГНОМ 100-30 (или эквивалент)                                       | Производительность 100 м³/ч                                                                     | 1 | Водоотлив из приямков на период реконструкции           |

Таблица 5 - Потребность в строительных машинах и механизмах для строительства бассейнов, с техническими помещениями (Этап 3)

| № п.п | Наименование основных машин и механизмов. Тип и марка                 | Характеристика                                                                                       | Количество | Вид работ                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
| 1     | 2                                                                     | 3                                                                                                    | 4          | 5                             |
| 1     | Экскаватор одноковшовый на гусеничном ходу JY623ELB (или эквивалент)  | Ёмкость ковша 0,6 м³<br>Мощность 133 кВт (180 л.с)                                                   | 1          | Разработка грунта в котловане |
| 2     | MDL-150D Гидравлическая гусеничная буровая установка (или эквивалент) | Диаметр при бурении с обсадными трубами до 1500 мм<br>Глубина до 30 м<br>крутящий момент 150-250 кНм | 1          | Устройство буронабивных свай  |
| 3     | Кран на пневмоколесном ходу КС-35719-1                                | Грузоподъемность 15т<br>Мощность                                                                     | 1          | Демонтаж/монтаж конструкций   |

|               |              |              |        |       |      |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Интв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

73



|    |                                                                                                            |                                                                                                  |   |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------|
|    | (или эквивалент)                                                                                           | 131 кВт<br>(178 л.с.)                                                                            |   |                                                                  |
| 4  | Кран на пневмоколесном ходу<br>КС-45717-1<br>(или эквивалент)                                              | Грузоподъемность<br>25т<br>Мощность<br>154 кВт (210 л.с)                                         | 1 | Демонтаж/<br>монтаж<br>конструкций                               |
| 5  | Погрузчик<br>СДМ856<br>(или эквивалент)                                                                    | Грузоподъемность<br>5 т<br>Мощность<br>162 кВт<br>(220 л.с.)                                     | 1 | Демонтаж/<br>монтаж<br>конструкций                               |
| 6  | Бетононасос<br>стационарный<br>СБ-207<br>(или эквивалент)                                                  | Производительность<br>45 м³/ч<br>Двигатель Д-144<br>44,1 кВт<br>(60 л.с)                         | 1 | Строительство<br>бассейнов                                       |
| 7  | Вибратор глубинный<br>ИБ-117А<br>(или эквивалент)                                                          | Мощность<br>1 кВт                                                                                | 4 | Уплотнение<br>бетонной смеси при<br>бетонировании<br>конструкций |
| 8  | Котлы битумные<br>передвижные РД 929<br>(или эквивалент)                                                   | Объем загрузочной<br>емкости 400 л                                                               | 1 | Строительство<br>бассейнов                                       |
| 9  | <a href="#">Трамбовка</a><br><a href="#">пневматическая JESDA</a><br><a href="#">ПТ-9</a> (или эквивалент) | Работа от<br>передвижных<br>компрессорных<br>установок                                           | 1 | Уплотнение грунта                                                |
| 10 | Поливомоечная машина<br>на базе ЗИЛ<br>(или эквивалент)                                                    | Вместимость<br>цистерны 6 м³                                                                     | 1 | Поддержание в<br>чистоте территории                              |
| 11 | Автобетоносмеситель<br>СБ-92А<br>(или эквивалент)                                                          | Объем барабана<br>8 м³<br>Двигатель барабана<br>Д-144<br>44,1 кВт<br>(60 л.с)                    | 1 | Строительство<br>бассейнов                                       |
| 12 | Автомобили-грузовые<br>бортовые<br>КаМАЗ-53212<br>(или эквивалент)                                         | Грузоподъемность<br>10 т<br>Мощность<br>154 кВт (210 л.с)                                        | 1 | Транспорти-<br>ровка материалов                                  |
| 13 | Сварочный аппарат<br>TSS DGW 6.0/200ED-R<br>(или эквивалент)                                               | С номинальным<br>сварочным током<br>250-400 А с<br>дизельным<br>двигателем<br>мощностью<br>6 кВт | 2 | Устройство<br>арматурных сеток                                   |

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

74

|    |                                                      |                                                                                                 |   |                                           |
|----|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------|
| 14 | Станции компрессорные ЗИФ ПВ-40/1,8 (или эквивалент) | Производительность 40 м³/мин, давление 245 кПа (2,5 ат)<br>Мощность двигателя 375 кВт (510 л.с) | 2 | Строительство бассейнов                   |
| 15 | Станок для гибки арматуры GW40 (или эквивалент)      | Электродвигатель, мощность 3 кВт                                                                | 1 | Строительство бассейнов                   |
| 16 | Станок для резки арматуры GQ52 (или эквивалент)      | Электродвигатель, мощность 4 кВт                                                                | 1 | Строительство бассейнов                   |
| 17 | Дизельный генератор АДП 6-230 ВЛ                     | Мощность 12 кВт                                                                                 | 1 | Обеспечение стройплощадки электроэнергией |
| 18 | Грязевой насос ГНОМ 100-30 (или эквивалент)          | Производительность 100 м³/ч                                                                     | 1 | Водоотлив из прямков                      |
| 19 | Топливозаправщик МАЗ 630305 (или эквивалент)         | Объем бочки 17 м³<br>Мощность 242 кВт (330 л.с)                                                 | 1 | Заправка тракторной техники на объекте    |

### ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ, КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Продолжительность работ по реконструкции составляет 27 месяцев (2 года 3 месяца).

Продолжительность подготовительного периода (устройство временной строительной площадки, демонтаж существующих конструкций и др.) составляет 1 месяц.

Продолжительность основного периода реконструкции гидротехнических сооружений, пляжной зоны и бассейнов с техническими помещениями составит **26 месяцев**.

В соответствии с требованиями приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 09 января 2020 г. № 1 «Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна» проектной документацией

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |  |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>75 |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |  |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |  |

предусмотрено ограничение производство работ в акватории Черного моря на период с **1 мая по 30 июня и с 1 по 30 ноября**. В эти периоды работы по реконструкции выполняют на береговой части.

1. Общий срок проведения работ непосредственно в море определяется продолжительностью строительства бун № 1, 2 и реконструкцией бун № 3,4,5,6 и составляет **448 сут.** (согласно календарного графика работ).

2. Продолжительность работ по отсыпке пляжа составляет **145 сут.** Работы по отсыпке пляжа входят в общий срок работ по п. 1.

3. Продолжительность устройства основания бун – **20,18 суток.**

Начало строительства – сентябрь 2025г

Окончание строительства - июль 2027г

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 76   |

## 2 Материалы и методика

В данной работе за основу были взяты данные и показатели (гидробиология и ихтиология) на основе данных Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» (№10-06/3165 от 27.12.2021) (Приложение 1), литературные данные, материалы из ранее выполненных работ и данные предоставленные заказчиком. *Материала используются в рамках проведения совместных работ по проекту.*

Оценка кормовой базы осуществлялась на основании литературных данных и фондовых материалов Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» по изучению фито-, зоопланктона и зообентоса, а также на результатах инженерно-экологических изысканий по объекту строительства. Данные по ихтиопланктону - Студиград, Н. П. Ихтиопланктон портов и открытого побережья Туапсе и Тамани (2017-2018 гг.). /2020г.

***В работе также использованы данные инженерно-экологических изысканий в части характеристики кормовой базы рыб Черного моря.***

Физико-географическая и гидрологическая характеристики района приведены по литературным данным.

При разработке оценки воздействия были использованы следующие нормативные документы:

- ФЗ от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации»;
- ФЗ от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»;
- ФЗ от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире»;
- ФЗ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>77 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

– Постановление Правительства от 29.04.2013 г. № 380 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания»;

– Постановление Правительства Российской Федерации от 28.02.2019 г. № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения»;

– Приказ Федерального агентства по рыболовству от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов»;

– Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна /Утв. приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, от 09.01.2020 г., № 1.

– Методика исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам .../ Утв. Федеральным агентством по рыболовству, приказ №238 от 06.05.2020 г.

Отбор проб морской биоты (фитопланктон, зоопланктон, ихтиопланктон) производили с борта судна. Пробы фитопланктона отбирали из поверхностных горизонтов. Пробы зоопланктона отбирали вертикальными ловами сетью типа Джеди (диаметр входного отверстия 25 см, размер ячеи 100 мкм) от дна до поверхности. Сбор ихтиопланктона осуществляли тралением икорно-конической сетью (площадь входного отверстия 0,5 м<sup>2</sup>) со скоростью 2 узла в течение 10 минут. Гидробиологические пробы фиксировали 40 % раствором формалина до конечной концентрации 2-4 %.

Пробы макрозообентоса зарослей отбираюлись с помощью легководолазной техники, по 3 пробы на каждой станции. Таллом водорослей накрывали мешком из мельничного газа №71, подрезали

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |    |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |    |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |    |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |    |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      | 78 |

подошву, затягивали отверстие мешка и выносили на поверхность. Каждый таллом водорослей этикетировали, помещали в полиэтиленовый пакет, и сутки выдерживали без фиксации для более полного отделения животных от водорослей. Пробы промывали пресной водой в большой емкости. Смыв процеживали через систему сит (последнее – 1 мм), после чего фиксировали 4% раствором формалина и переводили в 70% раствор спирта.

### Обработка проб

Фитопланктон концентрировали методом обратной фильтрации с применением фильтрационной воронки Сорокина до объема 20 мл: пробу морской воды пропускали под давлением 0,1 атм. через аналитическую мембрану с размером пор 2 мкм и диаметром фильтрующей поверхности 70 мм. Часть полученного концентрата (1/20–1/50) просматривали под микроскопом с увеличением 200, 400, одновременно определяя линейные размеры клеток фитопланктона. По фактическим размерам рассчитывали «истинные» объемы клеток водорослей и их биомассу, используя формулы для вычисления объемов геометрических фигур и их комбинаций. Определяли видовой состав, общие численность и биомассу фитопланктона в каждой пробе, численность и биомассу каждого вида.

Определение и подсчет организмов зоопланктона вели в камере Богорова. При малом количестве планктона просчитывали всю пробу целиком, при обилии – часть. Пробу хорошо перемешивали и штемпель-пипеткой объемом 2,0 мл отбирали часть. Эту операцию проделывали дважды. Во время просмотра в камере определяли видовой состав, численность организмов каждого вида и возрастные стадии. Для расчета количества организмов в 1 м<sup>3</sup> брали усредненные результаты двух 5 выборок. После этого пробу просматривали целиком под биноклем

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 79   |

для определения и подсчета редких видов. Индивидуальные веса устанавливали по весовым характеристикам, полученным Т.С. Петипа.

Лабораторная обработка проб ихтиопланктона проводилась под биноклем МБС-10 при увеличении  $\times 2$  и  $\times 4$ . Видовую принадлежность икринок и личинок рыб определяли с использованием монографических сводок и определителей.

При лабораторной обработке проб макрозообентоса определяли вес водоросли с целью последующего пересчета количества животных на 1 кг массы водоросли. Разбор проб проводился в чашке Петри под биноклем МБС-10 при увеличении  $8\times 2$ . Определялся видовой состав, численность каждого вида. Животные взвешивались на торсионных весах. Данные пересчитывались на 1 м<sup>2</sup> дна и на 1 кг водорослей.

При обработке проб мейозообентоса зарослей смыв с талломов водорослей процеживали через сито из газа с ячейей 0,1 мм. Подготовленная одним из методов проба рассматривается под биноклем МБС-10 с увеличением  $8\times 2$ . Производится подсчет основных групп мейобентоса. Данные пересчитываются на 1 м<sup>2</sup> дна. При расчете биомассы мейобентоса используются данные по средним весам, полученные для отдельных групп мейобентоса. Для расчета биомассы использовались номограммы Численко.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 80   |

### 3 Краткая физико-географическая и гидрологическая характеристика района планируемой деятельности

Участок расположен на Черноморском побережье на северо-западной окраине пос. Агой Туапсинского района Краснодарского края.

Участок начинается в 660 м северо-западнее устья р. Агой и протягивается в западном направлении на 475 м.

Исследуемый участок берега расположен на незначительно выдвинутом в море небольшом по протяженности мыске, отделяющим Агойскую бухту от следующей далее небольшой бухточки, которые являются частью серии мелких бухточек юго-восточного фланга большой бухты, огражденной мысами Широкий и Кодош. В свою очередь эта бухта является частью более большой бухты, ограниченной мысами Грязнова и Кодош. Расстояние между мысами Широкий и Кодош, ограждающими бухту, составляет около 9,9 км при глубине ее вреза в сушу чуть более двух километров. Расстояние между мысами большой бухты (м. Грязнова-м. Кодош) около 16 км, а глубина ее вреза в сушу составляет 3,4 км.

Согласно климатическому районированию для строительства район изысканий относятся к району IV и подрайону IV-B.

Климат побережья формируется под воздействием физико-географических условий - незамерзающего Чёрного моря с юго-запада, Главного Кавказского хребта с северо-востока и обильной солнечной радиации в течение большей части года.

Климат умеренно-теплый, имеет ряд характерных черт, свойственных средиземноморскому типу (довольно жаркое сухое лето и относительно теплую зиму без устойчивого снежного покрова). Однако, от типичного средиземноморского климата этого района отличается более частыми вторжениями холодных воздушных масс зимой и

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |



соответственно, более низкими зимними температурами, а также не таким резким, как в Средиземноморье, летним минимумом осадков. Поэтому такой тип климата обычно квалифицируется как субсредиземноморский.

Зима мягкая, с неустойчивой погодой и повышенной увлажнённой, возможностью довольно значительных для данного района похолоданий в результате вторжений холодных воздушных масс. Влага поступает, в основном, с воздушными атлантическими массами. Тёплый средиземноморский воздух, проходя над Чёрным морем, дополнительно несколько увлажняется.

Весна наступает очень рано, устойчивый переход температуры воздуха через  $+5^{\circ}\text{C}$  осуществляется в начале марта. Циклоническая деятельность и меридиональный обмен воздушных масс весной и в начале лета обуславливает заметное увеличение числа гроз и ливневых дождей в этот период. Устойчивая, жаркая, сухая погода летом периодически нарушается прорывами западных и южных циклонов, вызывающих сильные ливневые дожди.

Среднегодовая температура воздуха по данным МГ Туапсе составляет  $+13,9^{\circ}\text{C}$ . Самым тёплым месяцем является август со среднемесячной температурой  $+23,9^{\circ}\text{C}$ , а самым холодным – январь  $+5,0^{\circ}\text{C}$ .

Режим выпадения летних осадков часто ливневой. Зимой осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега.

Количество осадков среднее:

- за апрель-октябрь составляет 574 мм;
- за ноябрь-март составляет 701 мм.

Максимальное количество осадков в ноябре составляет 401 мм.

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого периода года 79%. Средняя месячная относительная влажность

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 82   |

воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца 69%. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца 72%. Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца 68%.

**Гидрологический режим Черного моря** формируется под влиянием водообмена с Мраморным и Азовским морями, материкового стока и климатических условий.

В целом для него характерны высокая температура воды на протяжении всего года, преобладание волн высотой менее 2,0 м и система устойчивых постоянных течений.

#### *Уровень.*

Режим уровня Черного моря формируется как под воздействием эвстатических факторов (многолетние колебания с периодами более года и сезонные с периодами от полугода до года), которые приводят к изменению объема вод и объема чаши моря, так и деформационных, при которых происходит перераспределение массы воды по акватории при неизменном его объеме.

Основные деформационные факторы, действующие в Черном море – это ветер и пространственно-временные изменения атмосферного давления, вызванные преимущественно атмосферными процессами. Действие этих факторов обуславливает короткопериодные колебания уровня Черного моря синоптического (с периодами от 2 – 3 суток до полугода) и мезомасштабного (сейши с периодом менее 2 суток). Приливными и сейсмическими влияниями на уровень можно пренебречь.

Влияние эвстатических (воднобалансовых) факторов наиболее всего проявляется в межгодовой и сезонной изменчивости уровня моря, см. таблицу 29, рисунки 6 – 7. Рассчитанный за многолетний период средний уровень моря составил в Туапсе 478 см (минус 22 см в БС).

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

Межгодовые колебания уровня в среднем составляют около 6 см, но могут достигать и 46 см. Годовая амплитуда среднемесячных величин уровня в районе изысканий – 67 см, а разность абсолютных значений – 93 см. Если рассмотреть многолетний ход уровня моря за более чем вековой период на МГ Туапсе, то, как следует из рисунка 8.2 выделяется линейный тренд и колебания с периодами 3 – 5; 11; 15 – 17; 21 – 23 и 32 – 33 года. Примерно до середины 20-х годов XX века уровень моря Черного моря был относительно стабильным, с небольшой тенденцией к понижению. С середины 20-х годов XX века по настоящее время уровень повышается с величиной тренда в Туапсе 1,5 мм/год, близкой к повышению уровня Средиземного моря. В период 1993 – 2010 гг. тенденция повышения уровня Черного моря (3,8 мм/год) превышала рост уровня Средиземного моря Атлантического океана на 1,3 – 1,4 мм/год. Такой интенсивный рост уровня Черного моря на фоне глобального повышения уровня Мирового океана обусловлен изменениями пресного баланса Черного моря (увеличением стока рек и осадков). К 2010 г., средний уровень на всем побережье Черного моря, включая и район изысканий, достиг своего исторического максимума. В Туапсе среднегодовое значение уровня (497 см или минус 3 см в БС) в этот год также было наибольшим.

С 2014 г. уровень, вследствие сокращения величин пресного баланса Черного моря, стал снижаться. В таблице 6 представлены средние, среднеквадратичные отклонения, экстремальные значения месячных и годовых величин, а также абсолютные минимумы и максимумы уровня моря по данным наблюдений на МГ Туапсе.

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 84   |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

Таблица 6 - Средние, среднеквадратичные отклонения, экстремальные значения месячных и годовых величин, а также абсолютные минимумы и максимумы уровня моря по данным наблюдений на МГ Туапсе.

| Месяцы                       | I    | II   | III  | IV   | V            | VI           | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год  |
|------------------------------|------|------|------|------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Туапсе, 1917-2021 гг.</i> |      |      |      |      |              |              |      |      |      |      |      |      |      |
| Среднее                      | 476  | 477  | 477  | 479  | 483          | 486          | 486  | 481  | 473  | 468  | 468  | 473  | 478  |
| Среднее в БС                 | -24  | -23  | -23  | -21  | -17          | -14          | -14  | -19  | -27  | -32  | -32  | -27  | -22  |
| СКО                          | 10   | 11   | 11   | 10   | 9            | 8            | 8    | 8    | 7    | 8    | 9    | 10   | 7    |
| Минимум                      | 446  | 443  | 442  | 447  | 458          | 459          | 461  | 461  | 451  | 441  | 444  | 438  | 451  |
| Минимум в БС                 | -54  | -57  | -58  | -53  | -42          | -41          | -39  | -39  | -49  | -59  | -56  | -62  | -49  |
| Год                          | 1921 | 1925 | 1921 | 1921 | 1921         | 1918         | 1921 | 1921 | 1925 | 1921 | 1920 | 1924 | 1921 |
| Минимум абс.                 | 436  | 433  | 435  | 446  | 449          | 453          | 455  | 448  | 443  | 437  | 434  | 440  | 433  |
| Минимум абс.БС               | -64  | -67  | -65  | -54  | -51          | -47          | -45  | -52  | -57  | -63  | -66  | -60  | -67  |
| Год                          | 1921 | 1925 | 1921 | 1929 | 1921         | 1918         | 1921 | 1921 | 1925 | 1921 | 1920 | 1924 | 1924 |
| Максимум                     | 503  | 505  | 505  | 503  | 502          | 503          | 505  | 499  | 491  | 491  | 486  | 496  | 497  |
| Максимум в БС                | 3    | 5    | 5    | 3    | 2            | 3            | 5    | -1   | -9   | -9   | -14  | -4   | -3   |
| Год                          | 1982 | 2010 | 2010 | 2013 | 1970<br>1981 | 1941<br>1970 | 1941 | 1921 | 2005 | 2005 | 2005 | 2010 | 2010 |
| Максимум абс.                | 530  | 525  | 523  | 516  | 525          | 524          | 517  | 519  | 514  | 514  | 517  | 523  | 530  |
| Максимум абс. БС             | 30   | 25   | 23   | 16   | 25           | 24           | 17   | 19   | 14   | 14   | 17   | 16   | 25   |
| Год                          | 1998 | 1997 | 1998 | 1977 | 1941         | 1941         | 1940 | 1997 | 2014 | 2005 | 1992 | 1991 | 1998 |

Наиболее существенно влияет на сезонную изменчивость уровня моря в районе Туапсе годовой ход компонентов водного баланса Черного моря, особенно сток рек. Вклад речного стока за многолетний период составляет в среднем 79 см/год при наибольшем и наименьшем значениях 120 и 56 см (151 и 70 % от нормы). Изменения уровня моря, связанные с речным стоком, имеют выраженный годовой ход. Начиная с октября сток нарастает, особенно существенные приращения наблюдаются от февраля к апрелю. Среднемноголетний максимум стока отмечается в мае. Максимальные величины среднемесячных значений уровня моря 483 – 486 см (минус 17 – минус 14 см в БС) приходятся на май-июль, и примерно соответствуют максимуму стока рек в Черное море.

#### *Волнение.*

Значительная площадь Чёрного моря, малая изрезанность береговой линии, слабое и кратковременное развитие ледяного покрова, частое прохождение циклонов и сильные ветры, особенно в холодный

|              |              |              |      |         |      |        |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |      |         |      |        |       |      |                  |  | 85   |
|              |              |              |      |         |      |        |       |      |                  |  |      |
|              |              |              | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |  |      |

период года, создают благоприятные условия для развития ветрового волнения, зыби и прибоя.

В течение года уровень воды у побережья моря испытывает непериодические колебания, вызываемые местным ветром и ветрами, охватывающими площадь моря в целом.

В таблице 6 приведены месячные и годовые средние значения высот волн по данным наблюдений в Туапсе за 1954 – 2020 гг., а также их максимальные, минимальные среднемесячные значения и год их наблюдения. Из таблицы 7.8 следует, что наибольшие средние значения высот волн в районе Туапсе наблюдаются в холодный период года, а наименьшие в летние месяцы. Наименьшее среднее значение высот волн 0,45 м наблюдается в августе. На этот месяц также приходится наименьшее количество сильных штормов. В январе среднее значение высот волн максимально и достигает 0,95 м. В этом же месяце наблюдается максимальная штормовая деятельность, связанная с активной циклонической деятельностью в Азово-Черноморском бассейне. В декабре средняя средняя высота волн достигает 0,92 м при наибольшей в году повторяемости сильных штормов (более 5 баллов) юго-восточных направлений. Максимальные среднемесячные значения высот волн 1,95 м наблюдались в январе 1992 года, а минимальные (0,21 м) в июле 1954 года.

В таблице 7 представлены месячные и годовые средние значения высот волн (дм), максимальные и минимальные значения по данным наблюдений на МГ Туапсе за 1954 – 2020 г.г.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 86   |

Таблица 7 - Месячные и годовые средние значения высот волн (дм), максимальные и минимальные значения по данным наблюдений на МГ Туапсе за 1954 – 2020 гг.

| Месяцы                                      | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год  |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Средние значения высоты волн, м             | 9,5  | 8,7  | 7,3  | 5,6  | 4,9  | 4,9  | 4,9  | 4,5  | 5,1  | 5,6  | 7,6  | 9,2  | 6,4  |
| Максимальные средние значения высот волн, м | 19,5 | 19,3 | 14,7 | 15,6 | 9,0  | 11,0 | 9,4  | 8,1  | 11,5 | 11,6 | 16,8 | 17,4 | 19,5 |
| Год                                         | 1992 | 1999 | 2013 | 1997 | 1991 | 1971 | 1969 | 2000 | 2013 | 1992 | 1981 | 1971 | 1992 |
| Минимальные средние значения высот волн, м  | 3,2  | 3,3  | 2,4  | 2,3  | 2,4  | 2,2  | 2,1  | 2,4  | 2,3  | 2,2  | 2,7  | 2,9  | 2,1  |
| Год                                         | 1974 | 1980 | 1979 | 1985 | 1957 | 1957 | 1954 | 1956 | 2013 | 1992 | 1981 | 1971 | 1954 |

### *Температура воды.*

В прибрежной зоне Туапсе определяется радиационным балансом, вертикальным теплообменом поверхностных слоев воды с атмосферой и глубинными слоями, адвекцией тепла течениями, сгонно-нагонной циркуляцией. Среднее годовое значение температуры воды в районе Туапсе, рассчитанное за многолетний период (1924 – 2020 гг.), составило 15,8 °С.

В таблице 8 представлены средние, среднеквадратичные отклонения, экстремальные значения месячных и годовых величин, а также абсолютные минимумы и максимумы температуры поверхностного слоя воды по данным наблюдений на МГ Туапсе за 1924 – 2020 гг.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 87   |

Таблица 8 - Средние, среднеквадратичные отклонения, экстремальные значения месячных и годовых величин, а также абсолютные минимумы и максимумы температуры поверхностного слоя воды по данным наблюдений на МГ Туапсе.

| Месяцы        | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год  |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Среднее       | 8,9  | 8,1  | 8,7  | 11,2 | 15,6 | 20,4 | 24,1 | 25,2 | 22,8 | 18,8 | 14,5 | 10,9 | 15,8 |
| СКО           | 1,12 | 1,10 | 0,97 | 1,00 | 1,20 | 1,47 | 1,19 | 1,17 | 1,28 | 1,40 | 1,33 | 1,24 | 0,76 |
| Минимум       | 5,3  | 5,4  | 5,7  | 8,6  | 12,6 | 16,8 | 21,6 | 22,3 | 19,3 | 15,8 | 9,8  | 7,0  | 13,8 |
| Минимум абс.  | 1,5  | 1,9  | 3,5  | 4,6  | 9,1  | 9,1  | 12,5 | 13,3 | 10,9 | 7,8  | 5,0  | 4,5  | 1,5  |
| Максимум      | 11,1 | 10,1 | 10,9 | 14,0 | 18,1 | 24,0 | 26,7 | 28,0 | 25,7 | 21,9 | 17,3 | 14,0 | 17,7 |
| Максимум абс. | 13,8 | 16,1 | 15,5 | 18,5 | 23,9 | 28,2 | 29,5 | 29,5 | 29,1 | 24,6 | 20,9 | 16,2 | 29,5 |

Внутригодовые изменения температуры воды в прибрежной зоне Туапсе имеют хорошо выраженный сезонный ход.

Самые низкие среднемесячные значения температуры воды (8,1–8,9°C) наблюдаются в январе-марте и хорошо согласуются с минимумом температуры воздуха. Минимальные среднемесячные температуры воды зимой (5,3°C) отмечены на МГ Туапсе в январе. В экстремально суровые зимы в Туапсинской бухте значения температуры поверхностного слоя воды в январе-феврале могут опускаться до 1,5–1,9°C, но лед в бухте никогда не образуется. В периоды теплых зим среднемесячные величины температуры воды января-марта повышаются до 10,1–11,1°C. В относительно теплые зимы или под влиянием нагонных явлений даже в холодные периоды в прибрежной зоне района Туапсе температура воды зимой может подниматься до 13,8–16,2°C. Существенное повышение температуры начинается в апреле, когда среднемесячные температуры на 2,5°C выше, чем в марте. В мае разность температур по отношению к апрелю увеличивается до 4,4°C.

Интенсивный прогрев продолжается до июля-августа, когда среднемесячные температуры достигают 24,1–25,2°C.

В таблице 9 представлены средние, среднеквадратичные отклонения и экстремальные значения месячных и годовых величин солености (‰) по данным наблюдений на МГ Туапсе за 1951-2020 г.г.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 88   |

Таблица 9 - Средние, среднеквадратичные отклонения и экстремальные значения месячных и годовых величин солёности (‰) по данным наблюдений на МГ Туапсе за 1951–2020 г.г.

| Месяцы       | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | Год   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Среднее      | 16,64 | 16,65 | 16,67 | 16,52 | 16,54 | 16,69 | 16,97 | 17,27 | 17,36 | 17,26 | 16,93 | 16,70 | 16,85 |
| СКО          | 1,01  | 0,98  | 0,82  | 0,83  | 0,67  | 0,71  | 0,55  | 0,49  | 0,53  | 0,80  | 0,94  | 0,99  | 0,51  |
| Минимум      | 11,73 | 11,91 | 13,48 | 12,80 | 13,18 | 14,32 | 15,36 | 16,24 | 15,19 | 12,78 | 12,31 | 11,98 | 13,99 |
| Минимум абс  | 12,59 | 14,33 | 14,74 | 14,59 | 14,49 | 11,41 | 13,13 | 15,95 | 13,07 | 14,07 | 15,27 | 12,30 | 11,41 |
| Максимум     | 17,90 | 18,24 | 18,18 | 17,99 | 18,29 | 18,50 | 18,25 | 18,61 | 18,64 | 18,77 | 18,63 | 18,30 | 17,95 |
| Максимум абс | 18,93 | 19,01 | 18,99 | 19,10 | 19,70 | 19,14 | 20,63 | 18,81 | 18,80 | 19,17 | 19,77 | 19,05 | 20,63 |

В сезонном ходе хорошо выражены период с максимальной солёностью в августе-октябре, когда она превышает 17,26 ‰, и период с пониженной солёностью в декабре-июне, когда максимален пресный баланс Чёрного моря и сток рек Кавказа. В зимне-весенний период среднемесячные величины солёности могут понижаться до 16,52 ‰, абсолютные значения до 11,73 – 12,80 ‰. Такие понижения солёности в поверхностном слое обусловлены, как повышенным из величин пресного баланса Чёрного моря, так и паводками Кавказских рек вследствие интенсивного таяния снега в горах. Несмотря на то, что Кавказское побережье Чёрного моря характеризуется сравнительно небольшим пресноводным стоком, паводковые процессы здесь приводят к существенному изменению солёности в прибрежной зоне моря, особенно это касается Туапсинской бухты, куда впадают реки Туапсе и Паук. В конце летнего и в осенний сезоны, с увеличением испарения и уменьшением стока рек солёность воды возрастает и достигает максимальных среднемесячных значений, превышающих 17,26 ‰. В случае усиления сгонных ветров, у берега происходит подъём к поверхности солёных вод, и интенсифицируется обмен прибрежных вод с морскими водами, и абсолютные максимумы солёности могут достигать 19,77 – 20,63 ‰.

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |



### *Ледовый режим.*

Лед в районе Туапсе не образуется, исключено и появление приносного льда из районов Керченского пролива и Новороссийска.

Сильные ветры, шквалы, бора. Бора (греч. boreas – северный ветер) – сильный и холодный ветер, дующий преимущественно в холодное время года с невысоких горных хребтов в сторону теплого моря. Классическая бора связана с переваливанием холодной воздушной массы через горный хребет, когда с наветренной стороны происходят подъем воздуха, конденсация водяного пара, образование облачности, а с подветренной стороны интенсивный нисходящий поток воздуха, достигающий ураганной силы. Наиболее известная бора в России, которая в литературе носит название Новороссийской, имеет место на побережье Черного моря на участке от Анапы до Туапсе, достигая в г. Новороссийск катастрофической силы. В г. Туапсе проявляется не каждый случай Новороссийской бору и скорость ветра обычно не превышает 30 – 40 м/с. Ниже приводится ряд случаев Новороссийской бору имевших последствия для Туапсинского региона:

1. Бора 13-14 января 1971 г. Во время бору в Туапсе скорость ветра достигала 40 м/с. Сильная «бора» сопровождалась сильным парением моря, обледенением судов и волноломов.
2. Бора 29 апреля 2006 г. скорость ветра на побережье Новороссийск-Туапсе достигала 22 м/с.
3. Бора 16 сентября 2006 г. скорость ветра на побережье Новороссийск-Туапсе достигала 16 18 м/с.
4. Бора 6-9 февраля 2012 г. Из-за аномально сильной бору большая часть Черноморского побережья Краснодарского края подверглась удару стихии; наибольший ущерб штормовой ветер причинил Новороссийску. В Туапсе скорость ветра не превышала 20 – 25 м/с.

Тягун представляет собой двойной резонанс: резонанс пришедших длиннопериодных волн с колебаниями массы воды в порту и резонанс

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 90               |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

колебаний массы воды в бассейне с колебаниями пришвартованного судна, частоты которых могут совпадать с частотой воздействующих внешних сил – длиннопериодных волн, при этом акватория порта служит усилителем длиннопериодных первичных волн. К тягуну относят волны с периодом от 0,5 до 4 – 5 минут, которые в портах имеют высоту 10 – 20 см, изредка достигая 40 – 70 см. Амплитуды длинноволновых колебаний, проникающих в портовые акватории со стороны открытого моря, зависят от морфометрических особенностей шельфовой зоны на пути распространения длинных волн. Одним из эффектов, способных привести к возрастанию амплитудных характеристик длинных волн, является рефракция на таких формах рельефа, как подводные банки, мысы, отмели. В порту Туапсе амплитуды стоячих волн с периодом 55 – 60 сек, составляют 0,5 – 0,8 м – в старом порту и около 0,1 м – в «котловане» порта. Подход длинных волн в диапазоне периодов 0,5 – 7 мин к порту, как правило, сопровождается штормовым волнением, без которого длинноволновые процессы заметного развития не получают. Тягун усиливается при подходе к порту групп ветровых волн или зыби. Воздействуя на ошвартованные суда одновременно с длиннопериодными волнами и вызывая дополнительную качку всех видов, ветровое волнение и зыбь увеличивают степень опасности стоянки. При северо-западном шторме средней продолжительностью 8 ч при скорости ветра 15 – 20 м/с тягун развивается в порту Туапсе, а при продолжительности 10 ч и более – в портах Поти и Батуми. Тягун от штормов этого направления возможен не ежегодно и только с ноября по март. Сильной интенсивности тягун от этого шторма возникает только в порту Туапсе. При западном шторме над морем (скорость ветра 15 – 20 м/с) продолжительностью 7 ч тягун возникает в портах Туапсе, Сочи, Поти и Батуми. Возможность возникновения тягуна существует в течение всего года.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 91   |

Сильные осадки, ливни. В районе Туапсе необходимо учитывать опасные явления по количеству осадков: очень сильный дождь и сильный ливень. Катастрофическое ливневое наводнение и вызванный им паводок в Туапсе наблюдался в период с 20:00 15 октября по 08:00 16 октября 2010 года, когда на территории г. Туапсе и в его окрестностях прошел интенсивный ливень, выпало 93 мм осадков. По данным МГ Туапсе только за час в период с 21:30 по 22:30 15.10.2010 г. выпало 40 мм осадков. Выпадение менее чем за сутки такого количества осадков вызвало катастрофический подъем вод в реках и малых водотоках. Сильный ливень привел к формированию мощных склоновых потоков, которые подтопили населенные пункты Туапсинского региона, вызвали значительные разрушения, привели к выносу в русла рек большого числа деревьев и карчей. Сильный карчеход в руслах рек привел к подпорным явлениям в районе мостовых переходов, вызвал размыв берегов, затопление пойменных территорий и населенных пунктов. Многие мосты не выдерживали напора и сносились потоком воды. Высота подъема воды на малых водотоках в районе мостов составила 4 – 5 м, на реке Туапсе 8 – 10 м.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 92   |

#### 4 Рыбохозяйственная характеристика черного моря

##### **Фитопланктон.**

По современным оценкам, в планктоне Чёрного моря насчитывают более 700 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей. Основную численность и биомассу черноморского фитопланктона создают диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли.

Состав фитопланктона в акватории российского сектора Чёрного моря формируется за счёт развития преимущественно морских водорослей атлантического генезиса, реже – пресноводного и пресноводно-солончатого комплексов. В основном черноморские планктонные микроводоросли относятся к отделам синезелёные (Cyanophyta), диатомовые (Bacillariophyta), динофитовые (Dinophyta), эвгленовые (Euglenophyta), зелёные (Chlorophyta), криптофитовые (Cryptophyta). Самая многочисленная по видовому составу группа – диатомовые водоросли (491 вид, в том числе на Северо-Кавказском шельфе – 314).

Численность и биомасса сообщества фитопланктона прибрежной зоны Чёрного моря в рассматриваемом районе, также, как и его видовой состав, значительно варьирует в разные сезоны года и в разные по климатическим условиям годы под влиянием колебаний температуры, солёности и условий вертикального перемешивания вод.

Сезонное развитие фитопланктона в прибрежных водах района порта Туапсе, как и в других черноморских акваториях, имеет два максимума – весенний и осенний. Весеннее «цветение» фитопланктона начинается с наступлением астрономической весны и прогревом воды (в марте).

Доминируют в этот период мелкие диатомовые водоросли, преимущественно р. Nitzschia. Осеннее «цветение» протекает

|              |              |              |  |
|--------------|--------------|--------------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |  |
|              |              |              |  |
|              |              |              |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 93   |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

преимущественно в сентябре–октябре, доминируют также мелкие диатомовые родов *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Skeletonema*. Биомасса водорослей во время весеннего и осеннего максимумов превышает 1 г/м<sup>3</sup>.

Летом в фитопланктоне, как правило, преобладают динофитовые (перидиниевые) водоросли без заметного доминирования какого-либо одного вида. Общая его биомасса при этом не превышает 0,8 г/м<sup>3</sup>.

Биомасса зимнего фитопланктона плавно нарастает в направлении Туапсе – Адлер и на границе с Абхазией может достигать 1,5 г/м<sup>3</sup>.

В маловодные годы развитие фитопланктона протекает сглажено, в то время как в годы с большим речным стоком сезонные колебания его численности и биомассы возрастают.

На всех станциях и по численности, и по биомассе доминируют диатомовые, причём доминирование по биомассе достигается за счёт крупных *Rhizosolenia calcaravis* (781,9 мг/м<sup>3</sup>) и *Rh. alata* (219,1 мг/м<sup>3</sup>), а по численности – за счёт мелких *Nitzschia delicatissima* (20,4 млн. кл. /м<sup>3</sup>) и *N. Seriata* (9,5 млн. кл. /м<sup>3</sup>).

**Среднегодовые показатели биомассы фитопланктона в рассматриваемом районе Чёрного моря составляют 1,042 г/м<sup>3</sup>.**

### **Зоопланктон.**

Морские зоопланктонные организмы по принципу длительности нахождения в толще воды традиционно разделяются на две группы – голопланктон и меропланктон. К первому относят представителей зоопланктона, весь жизненный цикл которых проходит в толще воды, ко второму – меняющих в ходе онтогенеза жизненную форму.

В летний сезон преобладающая часть прибрежных сообществ голопланктона (в т.ч. в рассматриваемой акватории) представлена ветвистоусыми ракообразными (Cladocera), преимущественно *Penilia*

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>94 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

*avirostris*, *Pleois polyphemoides* и мелкими веслоногими раками (Copepoda) – *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*, *Centropages ponticus* (Селифонова, 2020).

В конце 1980-х – начале 1990-х годов в составе и структуре черноморского голопланктона начались наиболее существенные изменения, когда в Чёрном море началось массовое развитие хищного вселенца – гребневика мнemiопсиса (*Mnemiopsis leidyi*). В этот период из черноморского зоопланктона практически исчезли такие его типичные представители, как *Acartia latisetosa*, *Oithona nana*, *Labidocera brunescens*. Параллельно многократно снизилась численность *Paracalanus parvus* и *Calanus ponticus*.

М.Е. Виноградов выделили три периода изменений состояния черноморского голопланктона. Первый (1960–1980-е гг.) связан с массовым развитием медузы *Aurelia aurita* и уменьшением численности приповерхностного, главным образом рачкового голопланктона. Но в целом его количественные показатели оставались высокими и обеспечивали пищевые потребности рыб. Второй период (с 1989 г.) связан со вспышкой численности хищного гребневика-вселенца мнemiопсиса (*Mnemiopsis leidyi*), массовое развитие которого в разы снизило численность и биомассу голопланктона, служащего ему пищей. В сравнении с 1970-ми гг., биомасса зоопланктонных ракообразных уменьшилась в различных районах Чёрного моря в 3–10 раз. Произошли и существенные изменения в структуре голопланктонного сообщества, проявившиеся в смене доминирующих видов. Третий период связан с массовым развитием ещё одного вида гребневиков-вселенцев – берое (*Beroe ovata*), основной пищей которого является мнemiопсис. Массовое развитие берое на порядок снизило биомассу мнemiопсиса и повлекло за собой постепенное восстановление голопланктона. Другой массовый компонент прибрежного черноморского зоопланктона – меропланктон,

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>95 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |            |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |            |

представленный личинками донных беспозвоночных. В летний период их концентрация может достигать нескольких десятков тысяч экземпляров в 1 м<sup>3</sup> (Селифонова). Как отмечают В.В. Мурина и др., черноморский меропланктон имеет огромное значение в продукционной системе моря как кормовая база пелагофильных видов рыб и их молоди, обеспечивает распределение и распространение донных животных. Кроме того, состояние меропланктона – один из важных показателей экологической ситуации в прибрежных зонах. Видовое разнообразие зоопланктона существенно зависит от сезона года и района наблюдений. Число видов, обнаруженное в открытых районах моря, сравнительно невелико, а в прибрежных сообществах оно возрастает за счёт интерстициальных форм. Видовое разнообразие черноморского зоопланктона обычно существенно выше в тёплое время года, чем в холодное.

В прибрежных районах Чёрного моря сезонные колебания состава, численности и биомассы зоопланктона более значительны, чем в глубоководных районах, что обусловлено резкими сезонными колебаниями температуры. Начиная с весны (мая), здесь появляются в большом количестве представители кладоцер и копепод. Их биомасса в поверхностном слое мелководных районов в середине лета часто достигает 1-2 г/м<sup>3</sup> при численности более 45 тыс./м<sup>3</sup>.

Основу холодноводного комплекса, населяющего глубинные слои моря, а в холодный сезон появляющегося и в поверхностных зонах, составляют копеподы *Calanus* и *Pseudocalanus*.

Для прибрежных вод также характерны медузы (*Coelenterata*), гребневники (*Ctenophora*), личиночные формы моллюсков, полихет, донных ракообразных и других бентосных форм.

Важным компонентом зоопланктона Чёрного моря в рассматриваемой акватории является аппендикулярия *Oikopleura dioica*.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 96               |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

Она часто образует значительные по плотности популяции, концентрируясь обычно в слое термоклина с биомассой 30–50 мг/м³. Другие массовые виды мезозoopланктона – это рачковый планктон, численность которого во все сезоны года достаточно высока.

В составе zoопланктона рассматриваемой акватории зарегистрировано не менее 30 видов, принадлежащих к 12 крупным таксонам (типам и классам), видовой состав сообщества сходен с составом хорошо изученных в этом отношении районов побережья (Большой Утриш, Магри). По численности на всех станциях доминируют веслоногие рачки (Copepoda), из которых ведущими являются *Calanus helgolandicus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Centropages kroyeri*. По биомассе ведущая роль принадлежит веслоногим ракообразным (Copepoda) и личинкам моллюсков.

В сезонном ходе развития биомассы кормового zoопланктона (без ночесветки) отмечается два подъёма: весной и летом. Весной в массе развиваются холодолюбивые калянусы и псевдокалянусы, которые играют основную роль в питании пелагофильных рыб. В летний период биомасса кормового zoопланктона, куда входят мелкие копеподы, кладоцеры, аппендикулярии и сагитты, по сравнению с весенним, увеличивается вдвое. К осени биомасса zoопланктона уменьшается вследствие выедания её рыбами–планктонофагами.

**Среднесезонная биомасса кормового zoопланктона в рассматриваемой акватории составляет в среднем 0,23 г/м³. Доминируют в составе кормового zoопланктона копеподы (73,9 %).**

**Зообентос**

Зообентос, т.е. беспозвоночные животные, обитающие в слое грунта (инфауна) или на его поверхности (эпифауна) – один из основных компонентов экосистемы любого водного объекта. Он служит кормовой

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 97   |



базой многих видов рыб и важнейшим элементом пищевых цепей, а также играет огромную роль в самоочищении водоёмов.

Состав зообентосных сообществ относительно постоянен, пока они находятся в условиях, в которых сформированы. В достаточно чистых водах донные сообщества в хорошо аэрируемых участках дна характеризуются высоким видовым разнообразием, что свидетельствует о нормальном состоянии водной экосистемы. В загрязнённых водоёмах выпадают группы животных, наиболее чувствительные к отдельным загрязняющим веществам, а относительные численность и биомасса устойчивых форм значительно возрастают.

Перифитон совокупность организмов, заселяющих плотные субстраты (подводные части судов, гидротехнических сооружений, растений и др.), которые находятся в воде. В состав перифитон входят бактерии, простейшие, грибы, водоросли, черви, ракообразные, двустворчатые моллюски и др. Термин был введен в гидробиологическую литературу А.Л. Бенингом (1924). Термин был предложен А.Л. Бенингом (1924) в монографии на русском языке, в литературу на латинице термин «Periphyton», видимо, также был введен тем же автором (Behning, 1928).

Зообентос Чёрного моря, как и зоопланктон, по качественному разнообразию значительно уступает средиземноморскому. Однако при этом следует учитывать, что это «обеднение» касается только качественного (таксономического) разнообразия; что же касается количественного распределения, то, по сравнению со Средиземным морем, донная фауна Чёрного моря является не менее богатой.

Двумя важнейшими группами черноморского зообентоса являются мейозообентос и макрозообентос.

Донная фауна северо-восточной части Чёрного моря так же, как и зоопланктон, сформирована главным образом из видов

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |    |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |    |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 98 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |    |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |    |

средиземноморско-атлантического происхождения, преодолевших пониженную солёность. Эти виды составляют более 80 % всех представителей донной фауны. Остальная часть фауны образована видами каспийского происхождения и пресноводными формами, которые приспособились к осолонению и локализуются в основном в эстуариях и опреснённых биотопах.

Супралиторальная зона заселена донными ракообразными, среди которых массовыми видами являются различные амфиподы (Amphipoda), изоподы (Isopoda), гаммариды (Gammaridae), двустворчатые моллюски (Bivalvia), брюхоногие моллюски (Gastropoda), полихеты (Polychaeta).

Песчаные грунты инфралитораля (глубина до 15 м) представлены псаммофильными биоценозами, в которых преобладают моллюски венус (Venus), диварицелла (Divaricella), донацелла (Donacella), гульдия (Guldia).

Биоценозы ракушечников формируются на глубине 10-50 м, в них преобладают моллюски – Cardium, Venus, Rapana, полихеты (Polychaeta), асцидии (Ascidia), губки (Poryfera).

Величина биомассы общего бентоса в Черном море бывает достаточно высокой. Она варьирует в разных биотопах от 1-20 г до 1,5-2,0 кг/м<sup>2</sup>. Однако, для рассматриваемого участка большие скопления ракушечника не свойственны.

В составе донного сообщества северо-восточной части Черного моря в период было обнаружено от 106 до 111 видов из 15 систематических групп. Основу биологического разнообразия сообщества составляли полихеты, приоритетные по количеству обнаруженных видов, а также моллюски и ракообразные. Все остальные группы зообентоса были представлены небольшим числом видов.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |            |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>99 |
|      |         |      |        |       |      |                  |            |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |            |

Анализируя количественные показатели развития черноморской бентофауны в многолетнем аспекте, следует сказать, что весной межгодовые изменения общей биомассы были незначительны. Большую часть биомассы зообентоса (51-93 %) формировали моллюски, являющиеся одним из основных компонентов донных биоценозов северо-восточной части Черного моря.

Многолетняя динамика формирования численности донного населения выглядела несколько иначе. В отличие от биомассы пределы ее изменений были более существенными. Минимальное значение численности составляло около 5,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>, максимальное – 35,2 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В формировании общей численности зообентоса моллюски ведущего значения не имели. В сообществе преобладали мелкоразмерные организмы, такие как фораминиферы и некоторые виды полихет. Наибольшая численность фораминифер отмечалась на илистых грунтах с примесью ракуши, для которых свойственна высокая трофическая ценность за счет детрита и микроорганизмов.

К макроводорослям относятся 233 вида, которые входят в состав 127 родов, 58 семейств и 23 порядков. Флора макрофитов в районе порта Туапсе изучена слабо. Растительность в акватории порта практически отсутствует из-за повышенного шумового воздействия от перемещающихся судов, высокого уровня загрязнения акватории, наличием на дне илов с характеристиками, малоприспособленными для обитания донных водорослей. Единичные экземпляры макрофитов, встречающиеся в данной зоне, не являются кормовыми, в следствии чего расчёт ущерба водным биологическим ресурсам от утраты макрофитов произвести не представляется возможным.

**В рассматриваемом районе среднесезонная биомасса кормового зообентоса составляет в среднем 18,4 г/м<sup>2</sup>.**

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 100  |

### **Рыбохозяйственная характеристика участка работ**

Рыбохозяйственная характеристика Черного моря составлена с использованием литературных данных и фондовых материалов Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».

Согласно последним данным (*Black sea fish check list*, 2015), ихтиофауна Чёрного моря насчитывает свыше 200 видов и подвидов рыб, включая случайно попадающие в него пресноводные виды и некоторые морские, известные по единичным находкам.

Одной из черноморских акваторий, характеризующихся наиболее высоким таксономическим разнообразием ихтиофауны, является её северо-восточная часть, расположенная у берегов Кавказа. Согласно проведённым подсчётам, в ней встречается не менее 100 видов рыб (Пашков, 2001; Надолинский, 2004), в т.ч. свыше 80 видов – в районе Туапсе (табл.1).

Наибольшим таксономическим разнообразием отличается семейство бычковые (Gobiidae), представленное 14 видами. Семейства собачковые (Blenniidae), губановые (Labridae) и игловые (Syngnathidae) представлены пятью видами каждое. Большинство семейств включает от одного до трёх видов рыб.

В рассматриваемой акватории встречаются морские, солоноватоводные, проходные и пресноводные (единично) виды рыб. Максимальным видовым разнообразием характеризуется группа морских видов (табл. 1). Такое соотношение видов свидетельствует о выраженном морском характере ихтиофауны описываемого района Чёрного моря, что вполне соответствует условиям среды обитания – солёность по большей части акватории, за исключением мест впадения рек, составляет 17–18 ‰.

Наибольшим разнообразием отличаются отряд окунеобразных (18 семейств, 50 видов), хвостоколообразных (2 семейства, 8 видов),

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>101 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

камбалообразных (3 семейства, 5 видов) достаточно богаты видами отряды осетрообразных (1 семейство, 4 вида), сельдеобразных (1 семейство, 4 вида).

Помимо выше перечисленных видов на рассматриваемом участке акватории Черного моря обитают также и большое количество других менее ценных в промысловом отношении и малочисленных видов водных биологических ресурсов, составляющих основу кормовой базы ценных промысловых видов водных биологических ресурсов.

Таблица 10 – Основные виды рыб, составляющие ихтиофауну прибрежной зоны северо-восточной части Черного моря (район Туапсе)

| Семейство                                  | Вид                                                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| отряд 1. Осетрообразные – Acipenseriformes |                                                                        |
| 1. Осетровые – Acipenseridae               | 1. Белуга – <i>Huso huso</i>                                           |
|                                            | 2. Русский осётр – <i>Acipenser guldenstadtii</i>                      |
|                                            | 3. Севрюга – <i>Acipenser stellatus</i>                                |
|                                            | 4. Шип – <i>Acipenser nudiiventris</i>                                 |
| отряд 2. Сельдеобразные – Clupeiformes     |                                                                        |
| 2. Сельдевые – Clupeidae                   | 5. Черноморско-азовская морская сельдь – <i>Alosa maeotica</i>         |
|                                            | 6. Черноморско-азовская проходная сельдь <i>Alosa immaculata</i>       |
|                                            | 7. Черноморский шпрот(черноморская килька) – <i>Sprattus sprattus</i>  |
|                                            | 8. Сардина европейская – <i>Sardina pilchardus</i>                     |
| отряд 3. Лососеобразные – Salmoniformes    |                                                                        |
| 3. Лососевые – Salmonidae                  | 9. Черноморский лосось (кумжа) <i>Salmo trutta labrax</i>              |
| отряд 4. Угреобразные – Anguilliformes     |                                                                        |
| 4. Угревые – Anguillidae                   | 10. Речной угорь – <i>Anguilla anguilla</i>                            |
| отряд 5. – formes                          |                                                                        |
| 5. Анчоусовые – Engraulidae                | 11. Европейский анчоус – <i>Engraulis encrasicolus</i>                 |
| отряд 5. Атеринообразные – Ateriniformes   |                                                                        |
| 6. Атериновые – Atherinidae                | 12. Морской снеток, атлантическая атерина – <i>Atherina hepsetus</i>   |
|                                            | 13. Черноморская атерина (песчанка) – <i>Atherina boyeri</i>           |
| отряд 6. Трескообразные – Gadiformes       |                                                                        |
| 7. Нитепёрые налимы – Phycidae             | 14. Морской налимсредиземноморский – <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> |
| 8. Тресковые – Gadidae                     | 15. Мерлан (черноморская пикша) – <i>Merlangius merlangus</i>          |
| отряд 7. Сарганообразные – Beloniformes    |                                                                        |

|              |              |                                          |  |                                                                 |  |
|--------------|--------------|------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------|--|
| Взам. инв. № | Подп. и дата | 5. АНчоусовые – Engraulidae              |  | encrasicolus                                                    |  |
|              |              | отряд 5. Атеринообразные – Ateriniformes |  |                                                                 |  |
|              |              | 6. Атериновые – Atherinidae              |  | 12. Морской снеток, атлантическая атерина – Atherina hepsetus   |  |
|              |              |                                          |  | 13. Черноморская атерина (песчанка) – Atherina boyeri           |  |
|              |              | отряд 6. Трескообразные – Gadiformes     |  |                                                                 |  |
|              |              | 7. Нитепёрые налимы – Phycidae           |  | 14. Морской налимсредиземноморский – Gaidropsarus mediterraneus |  |
|              |              | 8. Тресковые – Gadidae                   |  | 15. Мерлан (черноморская пикша) – Merlangius merlangus          |  |
|              |              | отряд 7. Сарганообразные – Beloniformes  |  |                                                                 |  |

|              |         |      |        |       |      |                  |      |
|--------------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Инв. № подл. |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|              |         |      |        |       |      |                  | 102  |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

|                                               |                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 9. Саргановые – Belonidae                     | 16. Черноморский сарган – Belone belone euxini                                    |
| отряд 8. Ошибенеобразные – Ophidiiformes      |                                                                                   |
| 10. Ошибневые – Ophidiidae                    | 17. Ошибень – Ophidion barbatum                                                   |
| отряд 9. Катранообразные – Squaliformes       |                                                                                   |
| 11. Катрановые – Squalidae                    | 18. Акула-катран – Squalus acanthias                                              |
| отряд 10. Скатообразные – Rajiformes          |                                                                                   |
| 12. Скатовые – Rajidae                        | 19. Морская лисица (шиповатый скат) – Raja clavata                                |
| отряд 11. Колюшкообразные – Gasterosteiformes |                                                                                   |
| 13. Колюшковые – Gasterosteidae               | 20. Трехиглая колюшка – Gasterosteus aculeatus                                    |
| отряд 12. Хвостокколообразные                 |                                                                                   |
| 14. Хвостоколовые – Dasyatidae                | 21. Морской кот (хвосток) – Dasyatis pastinaca                                    |
| 15. Игловые – Syngnathidae                    | 22. Морское шило, змеевидная игла Nerophis ophidion, Linnaeus                     |
|                                               | 23. Черноморская шиповатая игла, пелагическая игла-рыба Syngnathus schmidt, Popov |
|                                               | 24. Черноморская пухлощекая игла-рыба Syngnathus abaster, Risso                   |
|                                               | 25. Игла морская толсторылая Syngnathus variegatus, Pallas                        |
|                                               | 26. Обыкновенная игла-рыба Syngnathus acus, Linnaeus                              |
|                                               | 27. Тонкорылая игла-рыба Syngnathus tenuirostris, Rathke                          |
|                                               | 28. Морской конек Hippocampus hippocampus, Linnaeus                               |
| отряд 13. Кефалеобразные – Mugiliformes       |                                                                                   |
| 16. Кефалевые – Mugilidae                     | 29. Лобан – Mugil cephalus                                                        |
|                                               | 30. Пиленгас – Liza haematocheilus                                                |
|                                               | 31. Остронос – Liza saliens                                                       |
|                                               | 32. Сингиль – Liza aurata                                                         |
| отряд 14. Окунеобразные – Perciformes         |                                                                                   |
| 17. Лавраковые – Moronidae                    | 33. Полосатый окунь – Morone saxatilis                                            |
|                                               | 34. Лаврак – Dicentrarchus labrax                                                 |
| 18. Окуневые – Percidae                       | 35. Перкарина – Percarina demidoffi                                               |
| 19. Луфаревые – Pomatomidae                   | 36. Луфарь – Pomatomus saltatrix                                                  |
| 20. Ставридовые – Carangidae                  | 37. Черноморская ставрида – Trachurus mediterraneus ponticus                      |
| 21. Спаровые (Морские караси) – Sparidae      | 38. Морской карась, ласкирь – Diplodus annularis                                  |
|                                               | 39. Зубарик – Puntazzo puntazzo                                                   |
|                                               | 40. Сальпа – Sarpa salpa                                                          |
|                                               | 41. Бопс – Boops boops                                                            |
|                                               | 42. Зубан, синагида – Dentex dentex                                               |
| 22. Смаридовые – Centracanthidae              | 43. Морской окунь, спикара – Spicara flexuosa                                     |
|                                               | 44. Смарида – Spicara smaris                                                      |
| 23. Серрановые – Serranidae                   | 45. Каменный окунь – Serranus scriba                                              |

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
|      |         |      |        |       |      |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

103

|                                               |                                                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 24. Помоцентровые – Pomacentridae             | 46. Ласточка, монашка – Chromis chromis                           |
| 25. Песчанковые – Ammodytidae                 | 47. Голая песчанка, пескорой – Gymnammodytes ciccerelus           |
| 26. Морские дракончики – Trachinidae          | 48. Морской дракончик, змейка – Trachinus draco                   |
| 27. Звездочётовые – Uranoscopidae             | 49. Звездочет, морская корова – Uranoscopus scaber                |
| 28. Троепёрые – Tripterygiidae                | 50. Троепёр черноголовый – Tripterygion tripteronotus             |
| 29. Собачковые – Blennidae                    | 51. Морская собачка-сфинкс – Aidablennius sphynx                  |
|                                               | 52. Морская собачка-павлин – Salaria pavo                         |
|                                               | 53. Морская собачка зеленая – Parablennius incognitus             |
|                                               | 54. Морская собачка обыкновенная – Parablennius sanguinolentus    |
|                                               | 55. Морская собачка длиннопупальцевая – Parablennius tentacularis |
| 30. Лировые – Callionymidae                   | 56. Хохлатая морская собачка – Coryphoblennius galerita           |
|                                               | 57. Бурая пескарка – Callionymus pusillus                         |
|                                               | 58. Малая морская мышь – Callionymus risso                        |
| 31. Горбылёвые – Sciaenidae                   | 59. Рыба-лира – Callionymus lyra                                  |
|                                               | 60. Светлый горбыль – Umbrina cirrosa                             |
| 32. Султанковые – Mullidae                    | 61. Темный (черный) горбыль – Sciaena umbra                       |
| 33. Губановые – Labridae                      | 62. Черноморская барабуля – Mullus barbatus                       |
|                                               | 63. Глазчатый губан – Crenilabrus ocellatus                       |
|                                               | 64. Рябчик – Crenilabrus cinereus                                 |
|                                               | 65. Рулена – Symphodus tinca                                      |
|                                               | 66. Носатый губан – Symphodus rostratus                           |
| 34. Бычковые – Gobiidae                       | 67. Перепелка – Symphodus roissali                                |
|                                               | 68. Леопардовый лысун – Pomatoschistus marmoratus                 |
|                                               | 69. Малый лысун – Pomatoschistus minutus                          |
|                                               | 70. Бычок-пангель – Gobius paganellus                             |
|                                               | 71. Бычок-кругляш – Gobius cobitis                                |
|                                               | 72. Афия, бланкет – Aphya minuta                                  |
|                                               | 73. Бычок-рысь – Gobius bucchichi                                 |
|                                               | 74. Бычок-мартовик – Mesogobius batrachosephalus                  |
|                                               | 75. Бычок-кругляк – Neogobius melanostomus                        |
|                                               | 76. Бычок-песочник – Neogobius fluviatilis                        |
|                                               | 77. Бычок-губан – Neogobius platyrostris                          |
|                                               | 78. Черный бычок – Gobius niger                                   |
|                                               | 79. Бычок-ширман – Neogobius syrman                               |
|                                               | 80. Бычок-ротан – Neogobius ratan                                 |
|                                               | 81. Бычок-рыжик – Neogobius eurycephalus                          |
|                                               | 82. Бычок-цуцик – Proterorhinus marmoratus                        |
| отряд 15. Камбалообразные – Pleuronectiformes |                                                                   |
| 35. Скофталъмовые                             | 83. Черноморский калкан –                                         |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 104  |

|                                          |                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| (ромбовые)<br>– Scophthalmidae           | Scophthalmus maeoticus                                            |
| 36. Камбаловые –<br>Pleuronectidae       | 84. Глосса – <i>Platichthys flesus luscus</i>                     |
| 37. Солеевые – <i>Soleidae</i>           | 85. Носатая солея, морской язык – <i>Solea nasuta</i>             |
|                                          | 86. Малый морской язык, желтая солея – <i>Buglossidium luteum</i> |
|                                          | 87. Европейская солея, морской язык – <i>Solea solea</i>          |
| отряд 16. Скорпенообразные               |                                                                   |
| 38. Скорпеновые –<br><i>Scorpaenidae</i> | 88. Скорпена, морской ёрш – <i>Scorpaena porcus</i>               |
| 39. Тригловые – <i>Triglidae</i>         | 89. Желтая тригла – <i>Chelidonichthys lucernus</i>               |
|                                          | 90. Серая тригла, морской петух – <i>Eutrigla gurnardus</i>       |
|                                          | 91. Красная тригла, морской петух – <i>Aspitrigla cuculus</i>     |

По отсутствию либо наличию миграций рыбы, обитающие в рассматриваемой акватории, образуют две экологические группы: мигранты и оседлые.

Первые совершают перемещения на определённые расстояния, меняя в течение года районы своего месторасположения, а иногда и биотопы. Они осуществляют зимовальные, кормовые (нагульные), нерестовые миграции. К числу типичных мигрантов относится черноморская ставрида. Обширные миграции с апреля по октябрь совершает в прибрежной зоне черноморская султанка (барабуля).

Оседлые виды рыб встречаются в характеризуемой акватории круглогодично. Некоторые из них активны в течение всего года, а наиболее теплолюбивые в зимний период снижают свою двигательную активность. Именно оседлые виды рыб составляют основу ихтиофауны рассматриваемой акватории.

Вместе с тем, мигрирующие виды играют важную роль в функционировании ихтиоценозов моря, так как обычно достигают высокой численности. В период нахождения у берегов они могут на время существенно изменять структуру прибрежных сообществ рыб.

Рыбы, обитающие в рассматриваемой акватории, осваивают различные биотопы. Среди них есть донные, придонные и пелагические

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |             |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|-------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист<br>105 |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |             |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |             |



виды. Донные рыбы подавляющее большинство времени проводят на дне, поднимаясь в толщу воды только для незначительных перемещений. Придонные обычно держатся у дна на некотором расстоянии от него (обычно 0,1–1,0 м).

Также разнообразны рыбы прибрежной зоны моря по особенностям биологии размножения. Среди них присутствуют виды, вымётывающие икру в толщу воды (пелагофилы), на твёрдый субстрат (литофилы), на растительность (фитофилы), песок (псаммофилы), строящие гнёзда, яйцеживородящие, яйцекладущие, а также вынашивающие икру и личинок. Наибольшего видового разнообразия достигают представители двух групп – пелагофилы и гнездовые.

Таким образом, ихтиофауна Чёрного моря у берегов порта Туапсе в экологическом плане достаточно разнообразна. При этом необходимо отметить, что постоянно в рассматриваемом районе обитает значительно меньше, порядка 25-30 видов. Остальные встречаются достаточно редко и в незначительных количествах.

*Основные промысловые виды рыб*

К промысловым рыбам можно отнести шпрота, мерланга, ставриду, барабулю, черноморскую камбалу калкан, акулу катран, морскую лису, кефалей: сингиль, лобан и пиленгас. Второстепенное значение имеют смарида, сарган, атерина, морской карась, морской кот, бычки, остронос, хамса и камбала Глосса.

Черноморский шпрот (черноморская килька) (*Sprattus sprattus*) – холодолюбивая рыба, по происхождению относится к бореально-атлантическим реликтам. Нагуливается в шельфовой зоне моря с марта по октябрь. В конце нагульного периода –в октябре, происходит интенсивное созревание рыб, сопровождаемое массовой нерестовой миграцией производителей в открытое море за пределы шельфа.

|             |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|-------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Ив. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|             |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 106 |
|             |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.        | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |     |

Нерест проходит с октября по март с пиком размножения в зимние месяцы. Растянутость нерестового периода объясняется постепенностью созревания и многопорционностью икрометания. По окончании нереста, обычно в марте-апреле, шпрот совершает обратные нагульные миграции из открытой в шельфовую часть моря. Первоначально шпрот образует скопления у свала глубин над изобатами 70-100 м. В конце апреля – начале мая, в связи с выходом на шельф всех размеренных групп шпрота, начинается интенсивное формирование его промысловых скоплений на глубинах от 25 до 70 м. Миграция на шельф завершается, в основном, к концу июня. Плотность и места локализации шпрота на шельфе зависят от времени суток, гидрометеорологической обстановки и концентрации кормового зоопланктона.

В этот период у него четко выражены суточные вертикальные миграции. В светлое время суток он образует придонные скопления, с наступлением вечерних сумерек –отрывается от грунта и рассеивается в толще воды под слоем термоклина. Такие особенности поведения позволяют проводить траловый промысел в шельфовой зоне в светлое время суток с апреля по октябрь. Питается холодноводными зоопланктонными организмами (калянусом, акарцией, сагиттой и др.)

Хамса (европейский анчоус) (*Engraulis encrasicolus*) –является одним из массовых промысловых видов рыб. Весенние миграции ее начинаются в апреле-мае, осенние –в сентябре-октябре. В апреле миграции происходят, в основном, над глубинами 6-12 м, в мае - над 10-20 м. Во время весенних миграций рассеивается для нереста и нагула, держась в верхних, наиболее прогретых слоях воды. Основной промысел хамсы осуществляется кошельковыми неводами. Осенью и в начале зимы (ноябрь-декабрь) она держится ночью в поверхностных слоях воды, а днем опускается на глубину 20-50 м. По мере снижения

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |
|              |              |              |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|

температуры воды (январь) эти суточные вертикальные миграции, которые, видимо, имеют защитное значение, прекращаются: хамса опускается еще в более глубокие слои воды (более 45-60 м), где держится до весны. Места зимовки не остаются постоянными: в более теплые годы они располагаются севернее, в более холодные – южнее.

Хамса является планктофагом, питается, в основном, копеподами и кладоцерами, в районах с большими глубинами – холодноводными планктонными организмами (калянусами, псевдокалянусами, сагиттами).

Черноморская барабуля (султанка) (*Mullus barbatus*) – миграционные пути черноморской барабули, как и хамсы, проходят в узкой прибрежной зоне на глубине до 20 метров. Барабуля – бентофаг, образует в Черном море две экологические формы – жилую и мигрирующую. Первая форма обитает вдоль Кавказского побережья, держится локально и совершает миграции весной на малые глубины (10-12 м) для нереста и нагула, осенью – на глубины 50-80 м для зимовки. Вторая форма весной мигрирует вдоль берегов Кавказа и Крыма на север, доходя до Керченского пролива, где нерестится и нагуливается. Значительная часть барабули для нагула заходит в Азовское море. Осенью происходят обратные миграции вдоль Кавказского побережья на юг до Сочи и далее. В июне-июле барабуля отходит с мелководий на глубины 20-30 м, а в августе - сентябре – на 25-40 м, зимует на глубине 60-70 м. Питается, в основном, донными беспозвоночными такими, как мелкие ракообразные, полихеты, молодь моллюсков, отчасти крабы.

Черноморская (средиземноморская) ставрида (*Trachurus mediterraneus*) – в Черном море представлена двумя формами – мелкой и крупной. Мелкая ставрида – постоянная обитательница Черного моря. Здесь происходит ее нерест, откорм, зимовка на глубине до 100 м в южных районах ближе к Грузии. Крупная ставрида появляется

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 108              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

спорадически. Осенние миграции происходят ближе к берегам, чем весенние. При весенних миграциях ставриды ее косяки часто задерживаются в местах скопления хамсы, которой они питаются. Ко времени начала нереста весенние миграции прекращаются, большие косяки распадаются на более мелкие. Косяки рыб держатся на глубине 20-40 м. Черноморская ставрида является типично стайной пелагической рыбой. Питается, в основном, мелкой рыбой (хамсой, шпротом, атериной, мелкими бычками и др.) и ракообразными (креветками, мизидами, амфиподами и т.д.).

Мерланг (черноморская пикша) (*Merlangius merlangus*) – встречается повсеместно в шельфовой зоне до глубин 80-100 м, иногда до 140 м. Нерест порционный, круглогодичный. Зимой мерланг нерестится в верхнем 80-метровом слое воды, летом – в пределах холодного промежуточного слоя при температуре воды 6-12 °С. Мерланг совершает сравнительно небольшие сезонные миграции, подходит в холодное время года в прибрежные области и отходит от берегов на глубины в теплое, причем, зимние подходы к берегам является лишь расширением ареала, т.к. и в это время встречаются на различных глубинах, как вблизи берегов, так и в отдалении от них. Высоких и устойчивых концентраций ни в один из периодов жизни не образует и уловы на протяжении всего года никогда не бывают значительными. Питается в основном, рыбой (шпротом, ставридой, смаридой и др.), креветками, крабами, полихетами и т.д.

Из представителей семейства кефалевые на рассматриваемой акватории Черного моря встречаются азово-черноморские кефали: лобан, сингиль, остронос, акклиматизант дальневосточная кефаль-пиленгас. Зимует в бухтах и заливах, иногда в Черном море на глубине свыше 60-70 м. С середины – конца марта начинают подходить к берегам на глубину 15-20 м, где и происходит их основной промысел. Массовый

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 109              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

ход отмечается в начале мая, в основном, взрослых форм, молодь встречается сравнительно в небольшом количестве. Для агула заходят в лагуны, заливы, лиманы. Весенний ход заканчивается в конце мая – начале июня и начинается их икрометание, которое продолжается до конца августа –середины октября. Во время нереста держится разреженно.

Детритофаги, так как основной пищей их является детрит и обрастания, животная и растительная пища в питании имеет небольшое значение.

Начиная с 1992-1997 гг. в Черном море в больших количествах встречается дальневосточная кефаль-пиленгас, которая была успешно акклиматизирована в Азово-Черноморском бассейне. Основными объектами питания кефали-пиленгас являются зоопланктеракарция, а также фитопланктон.

Черноморская камбала-калкан (*Scophthalmus maeoticus*) –обитает до глубины 120-140 м, преимущественно на песчаных и илисто-песчаных грунтах. Взрослый калкан малоподвижен, образует локальные скопления, совершающие незначительные перемещения. В начале весны (март) он передвигается к берегам и концентрируется на глубинах 20-50 м для нереста. Нерест длится с конца марта до середины июня, при температуре воды 8-12°C. Разгар нереста наблюдается в апреле или мае в зависимости от температурных условий. Икра и личинки пелагические. Сформировавшиеся мальки опускаются на дно. В июле-августе основная часть рыб уходит на большую глубину (70-90 м), вновь приближаясь к берегам в поисках пищи в октябре-ноябре. Зимует, в основном, на глубине 75-110 м. Черноморская камбала-калкан –хищник, питается рыбой, ракообразными и моллюсками. Наиболее интенсивное питание отмечается зимой, в летний период –заметно слабее.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>110 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

Акула-катран (*Squalus acanthias*) –типичный хищник, обитает в придонном слое. Общая длина тела самок до 180 см, самцы мельче. Масса до 15 кг. Окраска серовато-коричневая, на спине более темная, с редкими белыми пятнышками на боках, брюхо белое или серовато-белое. Шипы спинных плавников короткие. Расстояния между ноздрями и от ноздрей до конца роострума также практически равны. Второе антедорсальное расстояние более чем в 2,5 раза превышает междорсальное расстояние. Длина рыла не превышает половины длины головы. Ареал черноморского катрана охватывает Чёрное море и прилегающие участки Керченского пролива, изредка он заплывает в южную часть Азовского моря. Обитает в прибрежных водах на глубине до 120 м, однако встречается и вдали от берегов над большими глубинами.

Придерживается вод с температурой от 6-8 до 16 °С. К берегам подходит при весеннем прогревании воды и при осеннем похолодании. Держится стаями от поверхности до глубины 70 м. Днём у дна, ночью поднимается к поверхности. Большинство самок становится половозрелыми в возрасте 17 лет при длине тела 125-130 см (некоторые в 13–4 лет при 110-115 см длины), самцы –в возрасте 13-14 лет при длине 100-110 см. У румынского побережья спаривание происходит в начале весны, по одним данным, с начала апреля по май на глубине 40-55 м, по другим –с конца февраля по начало марта на глубине 55-90 м. Оплодотворение внутреннее. В конце мая сначала самцы, а затем самки, отходят на глубины более 60 м. Развитие яиц и эмбрионов в теле самки длится около 18 месяцев. В обоих яйцеводах самки находится в большинстве случаев 10-12 эмбрионов (у некоторых до 26-29 эмбрионов), кроме которых имеется еще около 18 развивающихся яиц. В октябре –ноябре катраны возвращаются к берегам на глубины 25-35 м для рождения потомства, которое также происходит в определённых

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |

местах (напротив мыса Сингол). Акулы яйцеживородящие. Плодовитость самок составляет 8-12 мальков. Молодь рождается 23-28 см длиной (изредка до 33 см). После родов взрослые катраны возвращаются обратно на те же глубины, что и летом. В южной части Керченского пролива в начале весны пребывают на глубине 15-20 м, затем отходят в Чёрное море на глубину 25-30 м. Летом и осенью самцы и самки держатся обособленными стаями.

### **Особо охраняемые виды рыб**

В акватории Чёрного моря в рассматриваемом районе встречается три вида рыб, внесённых в Красную книгу России (2001, в ред. Приказа Министерства Природных ресурсов России №162 от 24.03.2020 г. «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации») и восемь видов, включённых в Красную книгу Краснодарского края (2017) (таблица 2).

Таблица 11 – Редкие охраняемые виды рыб прибрежной зоны северо-восточной части Черного моря (район порта Туапсе) и их природоохранный статус

| № п/п | Вид (или подвид)                                               | Красная книга России (2001)                                                                       | Красная книга Краснодарского края (2017)   |
|-------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.    | Acipenser gueldenstaedtii– русский осётр                       | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии» |
| 2.    | Acipenser stellatus– севрюга                                   | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии» |
| 3.    | Acipenser nudiiventris – шип                                   | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии» |
| 4.    | Huso huso – белуга                                             | 1 – Находящийся под угрозой исчезновения КР<br>– Находящийся под критической угрозой исчезновения | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии» |
| 5.    | Salmo trutta labrax – черноморская кумжа (лосось черноморский) | 1 – Находящийся под угрозой исчезновения И – Исчезающий                                           | 2 ИС «Исчезающие»                          |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>112 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

|    |                                         |                                                                         |                 |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 6. | Chelidonichthys lucerna – жёлтая тригла | –                                                                       | 2 УВ «Уязвимые» |
| 7. | Umbrina cirrosa – горбыль светлый       | –                                                                       | 2 УВ «Уязвимые» |
| 8. | Hippocampus hippocampus – морской конёк | 2 – Сокращающийся в численности и / или распространении<br>У – Уязвимый | 3 УВ «Уязвимые» |

На рассматриваемом участке Черного моря ряд видов нуждаются в особой охране.

Белуга занесена в Красную Книгу РФ и практически не встречается в водах рассматриваемого участка. В Красную книгу внесены черноморский лосось (черноморская кумжа) и морской петух – желтоперая тригла. Правилами рыболовства также запрещен вылов морских коньков, светлого горбыля, как видов, нуждающихся в дополнительной охране.

Осетровые. Белуга, шип, русский осетр и севрюга – встречаются в единичных экземплярах в течение всего года. Обитают они на глубинах от 10 до 100 м. Атлантический осетр в российской зоне встречается только в районе порта Туапсе в единичных экземплярах на глубинах около 50 м. Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна вылов всех видов осетровых в Черном море запрещен, а в случае поимки должны быть немедленно выпущены в водоем. Осетровые также попадают под действие Конвенции СИТЕС, которой запрещается торговля и перемещение через границы государств как живых осетровых (в т.ч. оплодотворенной икры), так и продукции из них (пищевая икра, осетрина, балык), включая дериваты (чучела, сувениры, вязига и др.).

Белуга (*Huso huso*) занесена в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесена к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения».

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 113              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |



В Красном Списке МСОП категория «Находящиеся на грани полного исчезновения».

Русский осетр (*Acipenser guldenstadtii*) занесен в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесен к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения». В Красном Списке МСОП категория «Находящиеся на грани полного исчезновения».

Шип (*Acipenser nudiventris*) занесен в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесен к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения».

Черноморский лосось (кумжа) (*Salmo trutta labrax*) –редкий вид в Черном море, занесен в Красную книгу Краснодарского края категория 2 «Исчезающие». В Красную книгу Российской Федерации категория «1 – Находящиеся под угрозой исчезновения». В Красном Списке МСОП относится к категории «Вызывающие наименьшие опасения». Нерестится в горных реках по Кавказскому побережью. Морской период жизни изучен слабо, вследствие малочисленности вида.

Светлый горбыль (*Umbrina cirrosa*) –до последних лет излюбленный объект подводной охоты. Также стал достаточно редким. Внесен в Красную книгу Краснодарского края –категория 3 «Уязвимые». Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна запрещен к вылову.

Тригла желтая (морской петух) (*Chelidonichthis lucernus*). Красивая рыба, привлекательная для изготовителей сувениров и подводных охотников. Загрязнение морской среды и вызванное этим ухудшение условий воспроизводства, а также незаконный вылов сделали этот вид в последнее десятилетие достаточно редким. Как мера строгой охраны вид занесен в Красную книгу Краснодарского края категория 3

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 114  |

«Уязвимые». В Красном Списке МСОП относится к категории «Находящиеся под наименьшей угрозой исчезновения».

Морской конек (*Hippocampus hippocampus*) –обитает на небольших глубинах, на зарослях подводной растительности, отмечается повсеместно и в достаточно больших количествах на глубинах от 1 до 30 м. Внешне очень характерная эффектная форма, сохраняющаяся после высушивания, обусловила значительный интерес к этому виду изготовителей сувенирной продукции, что могло полностью подорвать запас этого вида. В качестве мер охраны вид внесен в Красную книгу Краснодарского края –категория 3 «Уязвимые». Вид включен в Красный Список МСОП в категории «Недостаточно данных» Вылов (добыча) морского конька запрещен действующими Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

### ***Охраняемые виды морских млекопитающих***

Видовой состав водных биологических ресурсов на рассматриваемом участке Черного моря кроме перечисленных выше видов рыб представлен также млекопитающими: Афалина (*Tursiops truncatus ponticus*). Черноморская афалина относится к семейству Дельфиновых – Delphinidae. Тело плотное, бомбообразное, с высоким серповидным спинным плавником, задний край которого глубоко вырезан. Рострум широкий у основания, нижняя челюсть слегка выдвинута вперед по отношению к верхней, что создаёт впечатление улыбающегося животного. Зубы крупные, конической формы на обеих челюстях. Самый крупный дельфин Азово-Черноморского бассейна, длина которого достигает 3,3 м, масса – 200 кг. Обычно встречаются взрослые животные длиной 1,8 – 2,5 м. Живёт до 30 лет и более. Половозрелость у самок наступает в возрасте 5-12 лет, у самцов 8 – 15

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 115  |

лет. Спариваются в течение всего года, но в основном весной и летом. Беременность длится один год, лактация 5 – 18 месяцев.

Периоды беременности чередуются с периодом яловости, длящимся до 6 лет. В рацион взрослых афалин входят кефали (сингиль, лобан, остронос, пиленгас), ставрида, хамса, атерина, сельдь, камбала, барабуля, мерланг, а также другие пелагические и донные рыбы.

Дельфин-азовка, морская свинья (*Phocoena phocoena relicta*). Дельфин азовка относится к семейству Phocoenidae. Его характерными признаками являются короткая голова с закругленной тупой мордой с мощной жировой подушкой, сигарообразное тело, низкий спинной плавник треугольной формы с широким основанием, закругленные концы грудных плавников. Окраска спины тёмно-серая, брюхо белое. У черноморских берегов Крыма встречается в течение всего года, у азовских появляется ранней весной и уходит осенью вслед за косяками хамсы и атерины. Резкое похолодание и оледенение Азовского моря в отдельные годы приводит к их гибели во льдах. Зимуют в основном у берегов Южного Крыма и Кавказа. Обычно эти дельфины держатся группами от 5 до 25-30 экз., но встречаются и одиночные особи. В летний период азовку можно часто наблюдать в Керченском проливе охотящейся за кефалью, мигрирующей из Черного в Азовское море и обратно. Может заходить в реки. Длина азовки не превышает 1,8 м, масса-30 кг. Обычная длина 1,3- 1,5 м. Предельный возраст в основном 12 лет, наступление половой зрелости в 3-4 года. Период беременности длится 9-11 месяцев, рождение детёнышей происходит в мае — августе, кормление молоком длится 5-6 месяцев. В состав пищи входят бычки, мерланг, хамса, атерина, тюлька, шпрот и другие мелкие рыбы. Ежедневно дельфин — азовка поедает до 5-3 кг рыбы.

Дельфин-белобочка (*Delphinus delphis*). Черноморский дельфин-белобочка относится к семейству Delphinidae. Тело его

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |             |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|-------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист<br>116 |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |             |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |             |

веретенообразное с высоким спинным плавником серповидной формы, голова заканчивается хорошо выделенным рострумом. Окраска спины черно-коричневая, брюхо белое. По бокам, на уровне спинного плавника, белый цвет вклинивается в тёмную окраску — отсюда и название – белобочка. Челюсти, верхняя и нижняя, снабжены мелкими многочисленными остроконечными зубами. Длина тела взрослых особей обычно 1,5-1,8 м., максимальная – до 2,2 м., масса – до 100 кг, продолжительность жизни 20-30 лет. Самки созревают в 2-4 года, самцы – в 3-4. Спаривание происходит с конца весны до осени. Срок вынашивания плода 9-11 месяцев. Кормление – 1,0-1,5 года. Как и у азовки, основу рациона составляют шпрот и хамса, но диета белобочки значительно разнообразнее. В составе пищи отмечаются мерланг, барабуля, ставрида, сарган, морская игла, сельдь, луфарь, зеленушка и др. мелкие рыбы. В последние годы к объектам питания прибавился пиленгас – вселенец из дальневосточных морей. Вообще же белобочка предпочитает открытые воды Черного моря и не встречается в Азовском. Этот вид – самый многочисленный среди морских млекопитающих Черного моря; встречаются они стаями от 2-5 до 30-40 особей и могут образовывать скопления из нескольких групп.

### **Высшие ракообразные**

Креветки относятся к плавающим десятиногим ракам, в Черном море их 11 видов из 5 семейств. Из отряда Десятиногие (Decapoda) наиболее распространенным считается семейство Palaemonidae, представленное только одним родом *Palaemon* тремя видами, такими как зубчатый палемон (*P. serratus*), каменный или стройный палемон (*P. elegans*) и травяной палемон (*P. adspersus*).

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>117 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

В Чёрном море также обитает еще один представитель Класса Ракообразные (Crustacea) из семейства Crangonidae и рода Crangon fabricius, представленный креветкой крангон (Crangon crangon).

Недавно появилась зелёная тигровая креветка – Penaeus semisulcatus. От мыса Тузла до Анапы (Таманский полуостров), где преобладают песчаные и илисто-песчаные грунты на дне, доминирует креветка крангон. От мыса Утриш и включительно до Сухуми в уловах будет преобладать креветка каменный палемон.

Травяной палемон или черноморская травяная креветка (Palaemon adspersus) – типичный обитатель мелководных песчаных и галечных банок, обильно поросших зарослями филлофоры и zostеры. Имеет максимальные размеры до 70 мм и вес до 8 граммов. Данный вид креветок хорошо переносит перепады солености и может обитать, как в опресненных лиманах (с соленостью 7-8 промилле), так и бассейнах, имеющих соленость Мирового океана (30-35 промилле).

Крангон или плоская креветка (Crangon crangon) вырастает до максимального размера 70 мм и веса 6 грамм. Крангон обитает на песчаном грунте или на участках дна с мелкой галькой, покрытых зарослями водорослей zostеры и цистозиры, на глубине 3-30 м, где держится большими скоплениями. Как и донные рыбы он может менять цвет в зависимости от освещенности и цвета грунта – в его ветвистых пигментных клетках – хроматофорах есть пигментные зерна черного, белого, желтого и красного цветов, которые могут собираться в комок в центре клетки, тогда крангон становится бесцветным, а могут распределяться по хроматофору, придавая кутикуле окраску.

Крабы представлены следующими семействами: Xanthidae (Eriphia verrucosa, Xanthoporessa, Pilumnushirtellus), Portunidae (Carcinus aestuarii), Grapsidae (Pachygrapsus marmoratus), Majidae (Macropodia longirostris). В Черном море 18 видов крабов, из них характерны для

|              |              |              |  |
|--------------|--------------|--------------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |  |
|              |              |              |  |
|              |              |              |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|

прибрежной зоны Анапской бухты следующие виды: травяной краб (Carcinus maenas), крабы-плавунцы (Macropipus holsatus).

Также в рассматриваемой акватории присутствовали раки-отшельники (Diogenes pugilator), рачки-гаммарусы (Gammarus gammarus).

**Вселенцы**

Mnemiopsis leidyi – гребневик, широко распространённый тип морских животных, обитающий в морской воде в тёплых краях и напоминающий медузу. Внешне мнemiопсисы легкие, прозрачные, с юбочками-лопастями и гребными пластинами. У них нет мозга, сердца, скелета, зато есть нервная система, орган равновесия и способность к люминесценции.

Мнemiопсис – хищник, питающийся зоопланктоном, икринками, личинками рыб и моллюсков. На свету переливается яркими цветами, ночью придает морским волнам желтоватое люминисцентное свечение. В 1987 году мнemiопсис попал в воды Черного моря с балластными водами судов. Мнemiопсис обладает многими характеристиками идеального вселенца. Он является одновременно самооплодотворяющимся гермафродитом; всеядным – потребляющим широкий спектр кормов; выживает в широком диапазоне условий окружающей среды с варьированием солености от 3,4 до 75 промилле и температур от 1,3°С до 32°С. При оптимальной температуре (выше 20°С) он развивается очень быстро, достигая своей половой зрелости за 12 дней.

Более того, отмечается высокая устойчивость и низкая чувствительность мнemiопсиса к различным загрязняющим веществам. Этого вселенца обнаруживали даже в акватории портов, в месте стоянки судов, где водная среда была загрязнена бензином и маслом. Особи

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 119  |

гребневика разных возрастов и размеров прекрасно себя чувствовали в смеси воды и нефтепродуктов.

В Черном море у мнемииопсисов не оказалось естественных хищников, и они начали стремительно размножаться, пожирая планктон, икру и мальков рыб. В благоприятных условиях гребневик может съесть в день в десять раз больше собственной массы. В зависимости от количества пищи, он может увеличиваться в размерах в два раза за сутки и откладывать 8 тыс. яиц в день. За десять лет его общая биомасса в Черном море достигла миллиарда тонн, а численность местных рыб-планктофагов (хамсы, ставриды, шпрота) резко сократилась. Резко снизилась прозрачность воды, поскольку уничтоженный зоопланктон более не поедает мелкие водоросли, кроме того, этот гребневик в процессе жизнедеятельности выделяет колоссальное количество слизи.

Гребневик Берое (*Beroe ovata*) –это вид —монофаг. В его рационе — только гребневики. В отличие от мнемииопсиса берое не может переварить зоопланктон, икру, медуз и мальков рыб, а питается исключительно гребневиком мнемииопсис. Он не имеет щупалец, но почти все его тело –это одна сплошная глотка. Берое либо затягивает мнемииопсиса в себя постепенно, либо заглатывает сразу через широко открытое ротовое отверстие, при этом все тело хищника вздувается. Через 3-5 часов берое переваривает жертву и сразу может заглатывать следующую. На свету берое имеет желтовато-розовую окраску, в темноте становиться молочно-белым. Внедрение и размножение берое привело к резкому уменьшению биомассы мнемииопсиса и, как следствие, к росту зоопланктона и личинок рыб, а позднее и рыбных запасов Черного моря.

|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 120 |
|               |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |     |

### ***Ихтиопланктон***

Северо-восточная часть Чёрного моря издавна рассматривается как нерестовый и нагульный район важных в промысловом отношении рыб, таких как хамса, шпрот, ставрида. Известно, что эмбриональный и постэмбриональный периоды развития рыб отличаются повышенной чувствительностью к изменениям факторов среды, в том числе к антропогенным воздействиям. Поэтому численность и таксономический состав ихтиопланктона (икра и личинки рыб) являются важными диагностическими признаками состояния нерестовых популяций рыб и пелагической экосистемы в целом.

Черноморских рыб по способам размножения можно разделить на 5 групп:

живородящие – акула-катран, морской кот; вынашивающие икру в специальных выводковых камерах – морской конек и иглы; рыбы с пелагической икрой – шпрот, хамса, мерланг, морской налим, все кефали, каменный окунь, луфарь, ставрида, горбыли, морской карась, зубарик, боопс, барабуля, гребенчатый губан, морской дракон, звездочет, ошибень, морские мыши, пелагида, скорпена, морской петух, арноглосса, камбала-калкан, глосса, морской язык; рыбы, откладывающие икру (яйца) на грунт, водоросли и различные предметы – морская лиса, сарган, атерины, песчанка, морские присоски–уточка; рыбы, откладывающие икру в гнезда, охраняющие потомство – колюшки, смарида, ласточка, зеленушки (рябчик, глазчатый губан, перепелка, рулена, носатый губан), все собачки и бычки.

Эмбриональный и постэмбриональный периоды в жизненном цикле рыб имеют определяющее значение в формировании их запасов. Более 90 % видов рыб в Чёрном море являются пелагофилами, то есть выбрасывают половые продукты в толщу воды, где происходит оплодотворение икры и её эмбриональное развитие. При этом у

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 121  |



подавляющей части видов икра с положительной плавучестью. Благодаря такому приспособлению икра всплывает в поверхностные слои и не попадает в зараженные сероводородом горизонты моря. Кроме того, некоторые лито- и фитофилы на стадии личинки обитают в пелагиали моря (сарган, атерины, песчанка, отдельные виды бычков и др.).

В ихтиопланктоне северо-восточной части Черного моря встречается молодь рыб на всех этапах и фазах развития, от икринки до малька. Основным местом концентрации рыб на этих стадиях развития является гипонейстон – приповерхностный 5 см слой водной толщи.

Зимой ихтиопланктон в северо-восточной части Черного моря представлен 5-7 видами (шпрот, мерланг, трёххвостый морской налим, камбала-гlossa, песчанка и др.). Весенний ихтиопланктон носит смешанный характер. Основу его составляет икра и ранняя молодь холодолюбивых рыб. Однако с началом прогрева воды в уловах ихтиопланктонных сетей начинает встречаться икра и личинки теплолюбивых рыб средиземноморского комплекса.

Пик их нереста приходится на июнь-июль. Проведенные ФГУП «АзНИИРХ» исследования в 1993-2006 гг., обобщенные В.П. Надолинским, показали, что в толще воды в российской части Черного моря встречается икра, личинки и мальки более чем 60 видов рыб (таблица 12).

Таблица 12 – Видовой состав и стадии развития видов рыб в ихтиопланктоне северо-восточной части Черного моря

| Название вида       |                                   | Стадия развития |       |       |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|
| Русское             | Латинское                         | Икра            | Личин | Мальк |
| шпрот               | <i>Sprattus sprattus</i>          | +               | +     | +     |
| хамса               | <i>Engraulis encrasicolus</i>     | +               | +     | +     |
| черноморский сарган | <i>Belone belone euxini</i>       | -               | +     | +     |
| морской налим       | <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> | +               | +     | -     |
| мерланг             | <i>Merlangius merlangus</i>       | +               | +     | +     |
| трехиглая колюшка   | <i>Gasterosteus aculeatus</i>     | +               | +     | -     |

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  | 122  |

|                                          |                                    |   |   |   |
|------------------------------------------|------------------------------------|---|---|---|
| морской конек                            | <i>Hippocampus hippocampus</i>     | - | + |   |
| змеевидная игла-рыба, морское шило       | <i>Nerophis ophidion</i>           | - | + | + |
| пухлощекая игла-рыба                     | <i>Syngnathus abaster</i>          | - | - | + |
| шиповатая игла-рыба                      | <i>Syngnathus schmidtii</i>        | - | - | + |
| тонкорылая игла-рыба                     | <i>Syngnathus tenuirostris</i>     | - | - | + |
| длиннорылая игла-рыба                    | <i>Syngnathus typhle</i>           | - | - | + |
| толсторылая игла-рыба                    | <i>Syngnathus variegatus</i>       | - | - | + |
| лобан                                    | <i>Mugil cephalus</i>              | + | + | + |
| сингиль                                  | <i>Liza aurata</i>                 | + | + | + |
| остронос                                 | <i>Liza saliens</i>                | + | + | + |
| пиленгас                                 | <i>Liza haematocheilus</i>         | + | - | - |
| атерина                                  | <i>Atherina boyeri</i>             | - | + | + |
| Мелкочешуйная атерина, морской снеток    | <i>Atherina hepsetus</i>           | - | + | + |
| каменный окунь                           | <i>Serranus scriba</i>             | + | + | - |
| луфарь                                   | <i>Pomatomus saltatrix</i>         | + | + | - |
| ставрида                                 | <i>Trachurus mediterraneus</i>     | + | + | + |
| темный горбыль                           | <i>Sciaena umbra</i>               | + | + | - |
| морской окунь, спикара                   | <i>Spicara flexuosa</i>            | - | + | - |
| барабуля                                 | <i>Mullus barbatus</i>             | + | + | + |
| ласточка, монашка                        | <i>Chromis chromis</i>             | - | + | - |
| гребенчатый губан, красный губан, лапина | <i>Ctenolabrus rupestris</i>       | + | + | - |
| носатый губан                            | <i>Symphodus scina</i>             | - | + | - |
| рулена                                   | <i>Crenilabrus tinca</i>           | - | + | - |
| перепелка                                | <i>Crenilabrus roissali</i>        | - | + | - |
| рябчик                                   | <i>Crenilabrus cinereus</i>        | - | + | - |
| зеленушка                                | <i>Crenilabrus ocellatus</i>       | - | + | - |
| морской дракончик                        | <i>Trachinus draco</i>             | + | + | - |
| звездочет                                | <i>Uranoscopus scaber</i>          | + | + | - |
| морская собачка-сфинкс                   | <i>Aidablennius sphynx</i>         | - | + | - |
| морская собачка-павлин                   | <i>Salaria pavo</i>                | - | + | - |
| Морская собачка обыкновенная             | <i>Parablennius sanguinolentus</i> | - | + | - |
| Морская собачка длиннощупальцевая        | <i>Parablennius tentacularis</i>   | - | + | - |
| морская собачка Звонимира                | <i>Parablennius zvonimiri</i>      | - | + | - |
| троепер                                  | <i>Tripterygion tripteronotus</i>  | - | + | - |
| ошибень                                  | <i>Ophidion barbatum</i>           | + | + | - |
| песчанка                                 | <i>Gymnammodytes cicereus</i>      | - | + | - |
| морская мышь                             | <i>Callionymus pusillus</i>        | + | + | + |
| малая морская мышь                       | <i>Callionymus risso</i>           | + | + | + |
| бычок-бланкет                            | <i>Aphia minuta</i>                | - | + | + |
| бычок черный                             | <i>Gobius niger</i>                | - | + | - |
| бычок-мраморный                          | <i>Pomatoschistus marmoratus</i>   | - | + | - |
| бубырь, леопардовый лысун                | <i>Pomatoschistus minutus</i>      | - | + | - |
| бычок-малый бубырь, малый лысун          | <i>Pomatoschistus minutus</i>      | - | + | - |
| бычок-понто-каспийский бубырь            | <i>Pomatoschistus caucasicus</i>   | - | + | - |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инд. № подл. | Взам. инв. № | Подп. и дата |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  | 123  |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |

|                                         |                                  |   |   |   |
|-----------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
| длиннохвостый бычокКниповича            | <i>Knipowitscha longecaudata</i> | - | + | - |
| морской ерш                             | <i>Scorpaena porcus</i>          | + | + | - |
| тригла морская желтая,<br>морской петух | <i>Chelidonichthys lucernus</i>  | + | + | - |
| арноглосса Кесслера                     | <i>Arnoglossus kessleri</i>      | + | + | - |
| Черноморская                            | <i>Scophthalmus maeoticus</i>    | + | + | - |
| камбала Глосса                          | <i>Platichthys flesus luscus</i> | + | - | - |
| Песчаный морской язык,<br>носатая солея | <i>Solea nasuta</i>              | + | + | - |

Ихтиопланктон в районе Туапсе изучен слабо, данные по количеству личинок и икры в районе работ носят фрагментарный характер. Однако, в береговой зоне Черного моря заметно выражены сезонные периоды икрометания различных видов рыб.

Зимний ихтиопланктонный комплекс формируют икра и личинки трех бореальных реликтов – черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso), средиземноморского налима *Gaidropsarus mediterraneus* (L.) и черноморского мерланга *Merlangus merlangus euxinus* (Nordmann).

Нерест данных видов приурочен к открытым районам моря, что является причиной низких количественных показателей в районе бухты (табл. 13).

Качественный и количественный состав ихтиопланктона в поверхностных ловах (экз./100 м<sup>3</sup>) приведен в таблице 13.

| Вид                                                       | Икринки, экз./100 м <sup>3</sup> | Личинки, экз./100м <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Летний сезон                                              |                                  |                                 |
| 1. <i>Mullus barbatus ponticus</i> Essipov – Барабуля     | 19,4                             | 0,7                             |
| 2. <i>Engraulis encrasicolus</i> (L.) – Хамса             | 17,8                             | 0,7                             |
| 3. <i>Diplodus annularis</i> (L.) – Морской карась        | 20,9                             | 0,2                             |
| 4. <i>Ctenolabrus repestis</i> L. - Лапина                | 0,4                              | 0                               |
| 5. <i>Scorpena porcus</i> L. – Морской ерш                | 1,3                              | 0                               |
| 6. <i>Mugil cephalus</i> – Лобан                          | 0,2                              | 0                               |
| 7. <i>Symphodus ocellatus</i> Forsskal – Рулена           | 0                                | 0,2                             |
| 8. <i>S. tinca</i> (L.) – Зеленушка                       | 0                                | 0,2                             |
| 9. <i>Trachurus mediterraneus</i> Staindachner – Ставрида | 9,6                              | 0                               |

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  | 124  |

|                                                   |     |     |
|---------------------------------------------------|-----|-----|
| 10. Sciaena umbra L. – Темный горбыль             | 1,1 | 0   |
| 11. Gobius niger jazo L. – Черный бычок           | 0   | 0,7 |
| 12. Gallionymus pussilus Delaroche – Морская мышь | 0,2 | 0   |
| Весенний сезон                                    |     |     |
| 1. Gobius niger jazo L. – Черный бычок            | 0   | 0,4 |
| 2. Psetta mazima maeotica (Pallas) – Калкан       | 0,4 | 0,2 |
| 3. Platichthys flesus luscus (Pallas) – Глосса    | 0,4 | 0   |
| Зимний сезон                                      |     |     |
| 1. Gaidropsarus mediterraneus – Налим             | 2,2 | 0   |
| 2. Merlangus merlangus euxinus – Мерланг          | 1,8 | 0   |
| 3. Sprattus sprattus phalericus (Risso) – Шпрот   | 0   | 0,4 |

По мере увеличения температурных показателей во время смены сезона, в нерест вступает черноморская камбала калкан, глосса, а также представители семейства бычковых. Численность видов, икрометание которых наблюдается в изучаемой акватории весной, также невелика.

Массовое развитие и наиболее высокая численность ихтиопланктона соответствует максимальному прогреву воды, когда происходит интенсивное икрометание всех теплолюбивых форм. В период биологического лета ихтиопланктонное сообщество в изученном районе представлено икринками и личинками 12 видов рыб. Все обнаруженные формы откладывают пелагическую икру за исключение черного бычка, рулены и зеленушки. Данные виды представлены только личиночными стадиями, ведущими пелагический образ жизни, и далее, в процессе развития, опускающимися на дно. В единичных экземплярах встречалась икра морской мыши и лобана.

В поверхностном слое пелагиали выявлена локализация икры промысловой группы рыб, являющихся основой ихтиологического сообщества в изучаемом районе. Доминирующими являются морской карась, барабуля (султанка) и хамса – типичные для летнего сезона вида средиземноморского комплекса.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 125  |

Численность развивающихся эмбрионов султанки составляет 19,4 экз./100м<sup>3</sup>, хамсы и морского карася – 17,8 и 20,9 экз./100м<sup>3</sup> соответственно.

Личиночный – следующий после эмбрионального период в жизненном цикле рыб. Количество личинок в пробах, как правило, заметно меньше числа икринок.

Личиночный комплекс образован большей частью пелагофильными мигрантами (59 %), среди которых преобладают личинки барабуля и хамсы – по 0,7 экз./100м<sup>3</sup>.

Среди личинок оседлых видов с демерсальной икрой (41%) максимальной численностью обладает черный бычок – 0,7 экз./100м<sup>3</sup>.

Икринки барабули превалируют и по результатам вертикальных обловов, фиксирующих число организмов в толще воды от дна до поверхности.

В порту Туапсе отмечены виды, представленные в таблице 6 представлены на стадии икры, личинки и молоди в следующих концентрациях.

Таблица 14 - Численность ихтиопланктона в районе порта Туапсе по данным мониторинговых исследований Сочинского отдела ФГБУ "Азчеррыбвод"

| Название вида     | Стадия развития |         |        |
|-------------------|-----------------|---------|--------|
|                   | Икра            | Личинки | Мальки |
| Морской налим     | 0,01            | 0,007   | -      |
| Трехиглая колючка | 0,04            | 0,009   | -      |
| Моской конек      | -               | 0,09    | -      |
| Морские иглы      | -               | -       | 0,04   |
| Морские собачки   | 0,06            | 0,04    | -      |
| Ошибень           | 0,02            | 0,007   | -      |

По данным Н.П. Сутиград (2020) Ихтиопланктон распределён между акваторией порта и открытым районом следующим образом: общая численность в порту составляла в среднем 155,2 экз./100 м<sup>3</sup>, по

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

мере удаления от берега изучаемые организмы встречались практически в полтора раза чаще - в среднем 217 экз./100м<sup>3</sup> (табл. 2). Следует отметить значительные межгодовые флуктуации численности, составляющие в открытом районе 17,6-537 экз./100 м<sup>3</sup>. Минимальные уловы приходились на 2018 г. в обоих анализируемых районах черноморского побережья.

Таблица 15 - Численность (экз./100м<sup>3</sup>) ихтиопланктона в летний период 2017-2018 гг. у юго-западного побережья Таманского полуострова и побережья Туапсе

| №  | вид                               | Тамань |      |            |      | Туапсе |   |            |      |
|----|-----------------------------------|--------|------|------------|------|--------|---|------------|------|
|    |                                   | порт   |      | откр район |      | порт   |   | откр район |      |
|    |                                   | и      | л    | и          | л    | и      | л | и          | л    |
| 1  | Хамса                             | 51,0   | 5,1  | 81,7       | 8,8  | 3,8    | - | 88,1       | 5,6  |
| 2  | Барабуля                          | 18,4   | 6,3  | 16,6       | 5,8  | 3,1    | - | 31,7       | 8,4  |
| 3  | Ставрида                          | 11,2   | 1,0  | 29,5       | 6,1  | 3,3    | - | 55,6       | 4,2  |
| 4  | Морской карась                    | 18,9   | 8,4  | 36,3       | 9,7  | 2,3    | - | 33,3       | 1,7  |
| 5  | Арноглоссус                       | 1,0    | -    | 1,0        | -    | 1,0    | - | 14,7       | -    |
| 6  | Гребенчатый губан                 | 5,6    | 0,3  | 4,2        | 0,1  | -      | - | 12,1       | -    |
| 7  | Тёмный горбыль                    | 0,8    | 0,4  | 1,1        | 0,3  | 0,2    | - | 12,3       | 0,3  |
| 8  | Чёрный бычок                      | -      | 5,9  | -          | 1,3  | -      | - | -          | 1,3  |
| 9  | Морской ёрш                       | 2,0    | -    | 0,4        | -    | -      | - | 8,0        | -    |
| 10 | Морская собачка звонимира         | -      | 7,7  | -          | 3,6  | -      | - | -          | 3,6  |
| 11 | Длиннопупальцевая морская собачка | -      | 6,5  | -          | 4,9  | -      | - | -          | -    |
| 12 | Опибень                           | 3,2    | -    | 3,1        | -    | -      | - | 0,6        | -    |
| 13 | Морская мышь                      | -      | 0,1  | -          | -    | -      | - | -          | -    |
| 14 | Звездочёт                         | 1,3    | -    | 2,6        | -    | -      | - | 2,3        | -    |
| 15 | Морской дракон                    | -      | -    | -          | -    | -      | - | 1,1        | -    |
| 16 | Морской язык                      | -      | -    | -          | -    | -      | - | 1,9        | 0,3  |
| 17 | Каменный окунь                    | -      | -    | -          | -    | -      | - | 3,6        | -    |
|    | итого                             | 113,4  | 41,7 | 177        | 40,6 | 13,7   | - | 265,3      | 25,4 |
|    | Итого (и+л)                       | 155,2  |      | 217        |      | 13,7   |   | 290,6      |      |

Примечание: «и» – икринки, «л» – личинки, «-» - отсутствие в пробе.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 127  |

## 5 Оценка воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания

Оценка воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания выполнена на основании Приказа министерства сельского хозяйства Росрыболовство от 06.05.2020 г. № 238 «Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния.

**Непосредственно в прибрежной акватории Черного моря планируются работы по строительству и реконструкции бун, формированию подводной части пляжа.**

***Все иные работы выполняются на суше выше урез воды.***

Механизм негативного воздействия гидротехнических работ на состояние экосистемы Черного моря в районе производства гидротехнических работ в морской акватории (разработка оснований под массивы бун, удлинение бун, отсыпка пляжа под воду) прежде всего, заключается в гибели кормовых организмов для рыб – планктона и бентоса, обусловленной:

- гибелью планктона в зоне повышенной техногенной мутности;
- механическим разрушением донного сообщества (следствием этого является полное уничтожение донных организмов на площади отторжения при устройстве гидротехнических сооружений и частичное – на сопредельных площадях в связи с переотложением осевшей взвеси);

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 128  |

- возможным вторичным загрязнением водных масс в процессе производства работ вследствие десорбции депонированных в донных отложениях загрязняющих веществ и перехода их в водную среду;
- возможным воздействием шума и вибраций на биоресурсы при работе машин и механизмов;

**Площади, принятые в расчет, взяты из проектных материалов, а также по данным, предоставленным представителем «Заказчика».**

Рассмотрев проектные решения по объекту: «Реконструкция гидротехнических сооружений «Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул. Центральная 39. Пляжная зона» прогнозируются следующие воздействия на водные биологические ресурсы Черного моря и среду их обитания:

*1. Потери водных биоресурсов при утрате мест зимовки, промысловых беспозвоночных и макрофитов, гибели промысловых млекопитающих, рыб и рыбообразных.*

Согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 9 января 2020 г. № 1 "Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна", зимовальные ямы, в месте производства работ в Черном море, отсутствуют.

Макрофиты, обитают и размножаются, в морской соленой воде, опресненные участки акватории моря являются неблагоприятными для произрастания макрофитов. Далее, вглубь моря, более 5 метров, от приурезовой зоны, макрофиты встречаются единично.

В современный период, мидии в районе строительства, не образуют промысловых скоплений.

Средиземноморская мидия, в Чёрном море, представлена двумя формами – скальной и иловой. Первая, обитающая в прибрежных участках, в районе работ полностью истреблена рапаной. Вторая –

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 129  |



обитает на илистых грунтах, на глубинах более 15 м, за пределами акватории работ.

Наиболее массовыми и имеющими промысловое значение являются два вида креветок: креветка черноморская травяная и креветка черноморская каменная. Однако на акватории работ эти виды не образуют промысловых скоплений, встречаясь единично, ввиду отсутствия зарослей макрофитов.

Таким образом, промысловые беспозвоночные и макрофиты, в районе производства работ, не образуют промысловых скоплений, встречаются в единичных экземплярах и находятся в угнетенном состоянии. Промысловые млекопитающие, в Черном море, не обитают.

Следовательно, негативное воздействие при утрате мест зимовки промысловых беспозвоночных и макрофитов, гибели промысловых млекопитающих, рыб и рыбообразных, отсутствует.

*II. Потери водных биоресурсов в результате сокращения, перераспределения или утраты естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна водного объекта (водных объектов), за исключением морей и океанов, если не затрагивается водосборная площадь внутренних водных объектов, в пределах водоохранной зоны.*

Естественный сток – важнейший элемент водного баланса рек и других водных объектов. Величина и характер стока с поверхности водосборного бассейна определяются состоянием поверхности почвы, а также зависят от суммы и интенсивности выпадающих жидких осадков. Часть выпадающих осадков стекает или сдувается с поверхности почвы и попадает в овраги, ручьи и реки. Все они в значительной степени пополняются за счёт перемещения снега и

поверхностного стока воды с почвы. Количество и скорость стока зависят от состояния почвы, продолжительности и интенсивности

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      | 130 |

дождя, уклона местности, структуры лесной подстилки и ряда других факторов (Поромов, Воронков, Хатунцов, 2015).

Техногенные нарушения ландшафтов значительно влияют на водный сток. Так, например, после вырубок лесов первые 15 лет испарение резко снижается, а сток увеличивается. К 20-летнему возрасту нового леса испарение и сток приближаются к естественным значениям, после 25 лет до 50–60 испарение с участков возрастает, а годовой сток резко снижается – до 50–60 % от нормы.

Перераспределение количества естественного стока приводит к ухудшению среды обитания для водных организмов и нарушению обменных процессов в экосистеме. Косвенные эффекты – ухудшение качества воды и изменение пищевых ресурсов. Эти эффекты влияют на плотность и размерно-возрастную структуру гидробионтов, а также видовое разнообразие водных экосистем (Поромов, Воронков, Хатунцов, 2015).

Скорость восстановления деформированного стока различна и во многом зависит от характера воздействия и типа нарушаемой поверхности. Так, скорость восстановления рельефа составляет в среднем 12–20 см в год для канав и шурфов. Положительные формы техногенных нарушений – отвалы горных канав, расчисток и шурфов полностью денудируют после 25–30 лет.

Биологический этап восстановления нарушенных производством ландшафтов заключается в формировании почвенно-растительного покрова. Индикатором этого процесса является задержание поверхности (Поромов, Воронков, Хатунцов, 2015).

В соответствии с п. 19 «Методики...» 2020 - Потери водных биоресурсов в результате сокращения, перераспределения или утраты естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна водного объекта (водных объектов) оценивать, в данном

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 131  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

случае Черного моря, не требуется, т.к. **данный расчет методикой не предусмотрен и, следовательно, в данной работе не отражен.** В случае, если при осуществлении планируемой деятельности (размещении проектируемых объектов) в водоохранной зоне обеспечиваются сбор, очистка и отведение в водный объект поверхностных вод, определение потерь водных биоресурсов от сокращения (перераспределения) водного стока **не требуется**

*III. Потери водных биоресурсов от гибели ихтиопланктона (пелагической икры, личинок и ранней молоди менее 12 мм), для которого эффективность рыбозащитного устройства не определяется и равна нулю (при заборе воды, работе перекачивающих насосов, турбин гидроэлектростанций и других гидротехнических сооружений).*

При работе гидротехники (экскаватора) в объемах попутно забранной воды, прогнозируется гибель ихтиопланктона.

Согласно проекту, проводятся гидромеханизированным способом в морской части следующие работы:

1) подготовка основания под буны с перевалкой грунта в подводный отвал;

Таблица 16 – Объемы разрабатываемого грунта

| №№<br>п/п | Наименование работ                                                           | Используемые<br>технические<br>средства                                                       | Объём<br>разрабатываемого<br>грунта, м <sup>3</sup> | Количество<br>суток на<br>выполнение<br>работ, сут |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1         | Подготовка основания под основание бун с перевалкой грунта в подводный отвал | экскаватор на понтоне с ковшом ёмкостью 0,6 м <sup>3</sup> и кран с грейфером 3м <sup>3</sup> | 4027,3                                              | 20,18                                              |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>132 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

Работы выполняются экскаватором на понтоне с ковшом ёмкостью 0,6 м<sup>3</sup> и краном с грейфером 3м<sup>3</sup>. Объемы изымаемого грунта составит – **4027,3 м<sup>3</sup>**

Соотношение вода:грунт, для ковша и грейфера – 10:90%. Следовательно, при работе экскаватора (морская часть), попутно забирается морская вода, в объеме – 447,47 м<sup>3</sup>, при работе экскаватора и крана.

Так как Черное море является водоемом, в котором нерест того или иного вида ихтиофауны, происходит круглогодично, а период работ в акватории, планируется на протяжении 12 месяцев, за исключением период нереста, из **предосторожного** подхода, в расчет потерь ихтиопланктона, принимается весь объем забираемой морской воды.

Таким образом гибель кормовых организмов и ихтиопланктона прогнозируется в объеме забираемой воды – **447,47 м<sup>3</sup>**.

Время, затрачиваемое на выполнение дноуглубительных работ (основание бун), принимаем согласно проектным решениям – **20,18 суток**. (среднесуточный объем забора воды – **22,17 м<sup>3</sup>**),

Размер вреда от гибели ихтиопланктона (пелагической икры, личинок, ранней молоди), при водозаборе (в данном случае землеройной техникой), для которого эффективность рыбозащитного устройства равна нулю, исчисляется по формуле:

$$N = n_{\text{пи}} \times W \times (K_1/100) \times p \times \Theta \times 10^{-3}, \text{ где:}$$

$N$  – потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;

$n_{\text{пи}}$  – средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м<sup>3</sup>;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 133  |



В период с апреля по сентябрь включительно в составе ихтиопланктона будут находиться икра и личинки представителей теплолюбивого средиземноморского комплекса.

#### **IV. Потери водных биоресурсов от гибели кормового бентоса.**

Проектом предусматривается проведение комплекса мероприятий по реконструкции пляжной зоны и гидротехнических сооружений гостиничного комплекса «Гранд Отель Агой», включающего: строительство пляжеудерживающей буны № 1; строительство пляжеудерживающей буны № 2; реконструкция пляжеудерживающей буны № 3; реконструкция пляжеудерживающей буны № 4; реконструкция пляжеудерживающей буны № 5; реконструкция пляжеудерживающей буны № 6; реконструкция волногасящего пляжа.

Все работы проводятся в акватории Черного моря.

Согласно проектных решений воздействие будет складываться из:

1. Воздействие строительства гидротехнических сооружений будет заключаться в постоянном отторжении дна на участках, отторгаемых под строительство новых и реконструируемых бун,
2. Формирование новой части пляжа ниже уреза воды.
3. Временное отторжение участков при отвале грунта вдоль бун.
4. Отложение взвеси.

Таким образом, в результате строительства гидротехнических сооружений ожидается отторжение морского дна и, соответственно, воздействие на зообентос.

#### **Строительство пляжеудерживающей буны № 1 (новая)**

Существующие параметры: длина буны 81,63 м; - ширина буны 5,0 м; площадь – 408,15м<sup>2</sup>.

Проектными решениями в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м. Площадь - 12,22\*5=61,1 м<sup>2</sup>.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 136  |

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем кр. 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальных грунтах ИГЭ-3, ИГЭ-4 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2.

Площадь составит – 505 м<sup>2</sup>. (временное воздействие)

Корневую часть буны с западной стороны укрепляют устройством каменной призмы. Тело призмы устраивается укладкой камня размерами 400-600 мм с образованием откоса (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Крупные глыбы камня располагаются в верхней части призмы. Площадь - 53,25 м<sup>2</sup>. (временное воздействие)

Общая площадь отторжения дна при стойтельстве пляжеудерживающей буны №1 составит – **1027,5м<sup>2</sup>**.

### **Строительство пляжеудерживающей буны № 2 (новая)**

Существующие параметры: длина буны 81,63 м; - ширина буны 5,0 м; площадь – 408,15м<sup>2</sup>.

Проектными решениями в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м. Площадь - 12,22\*5=61,1 м<sup>2</sup>

Каменная призма у буны №2 не устраивается.

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем размерами 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальном грунте ИГЭ-3 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2. Площадь составит – 512 м<sup>2</sup>. (временное воздействие)

Общая площадь отторжения дна при стойтельстве пляжеудерживающей буны №2 составит – **981,25м<sup>2</sup>**.

### **Реконструкция пляжеудерживающей буны № 3**

|              |              |              |                                                                                                                  |       |      |                  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | галечниковых грунтах ИГЭ-2. Площадь составит – 512 м <sup>2</sup> . (временное воздействие)                      |       |      |                  |  |      |
|              |              |              | Общая площадь отторжения дна при строительстве пляжеудерживающей буны №2 составит – <b>981,25м<sup>2</sup></b> . |       |      |                  |  |      |
|              |              |              | <b>Реконструкция пляжеудерживающей буны № 3</b>                                                                  |       |      |                  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                           | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  | Лист |
|              |              |              |                                                                                                                  |       |      |                  |  | 137  |



Существующая пляжеудерживающая буна №4 представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 138  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

бетонных массивов; длина буны 51,70м, ширина 7,20м. Площадь - 372,24м<sup>2</sup>.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны №4 до следующих параметров: длина буны увеличивается до 61,73м; ширина буны увеличивается до 8,5м. Общая площадь реконструируемой буны 61,73х8,5=524,71 м<sup>2</sup>.

\*Площадь участка удлинения буны составит - 61,73 – 51,70 = 10,03м х 8,5 = 85,255м<sup>2</sup>.

Площадь увеличения (омоноличивания) существующей буны – 67,215 м<sup>2</sup>

Проектными решениями в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Площадь - 12,22 \* 8,5 = 103,87 м<sup>2</sup>.

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем размерами 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальном грунте ИГЭ-3 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2. Площадь составит – 633 м<sup>2</sup>. (временное воздействие)

Общая площадь отторжения дна при реконструкции пляжеудерживающей буны №4 составит – **889,34 м<sup>2</sup>**.

**Реконструкция пляжеудерживающей буны № 5 (новая)**

Существующая пляжеудерживающая бунa №5 представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 53,20 м, ширина 3,38 м. Площадь - 179,816м<sup>2</sup>.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 139  |

**В плане буна не совпадает с проектируемой и подлежит демонтажу.**

\*Длина новой буны 61,925 м; ширина буны 5,0 м; площадь – 309,625 м<sup>2</sup>.

Проектными решениями в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Площадь - 12,22 \* 5 = 61,1 м<sup>2</sup>.

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем кр. 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальных грунтах ИГЭ-3, ИГЭ-4 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2. Площадь составит – 611 м<sup>2</sup>. (временное воздействие)

Общая площадь отторжения дна при реконструкции пляжеудерживающей буны №5 составит – **981,725 м<sup>2</sup>**.

**Реконструкция пляжеудерживающей буны № 6**

Существующая пляжеудерживающая буна №6 (юго-восточная) представляет собой гидротехническое сооружение гравитационного типа из крупных бетонных массивов; длина буны 59,60 м, ширина 3,31 м. Площадь - 197,276м<sup>2</sup>.

Для удержания, отсыпаемого волногасящего пляжа предусматривается реконструкция пляжеудерживающей буны №6 до следующих параметров: длина буны увеличивается до 61,925 м; ширина буны увеличивается до 5,0 м; общая площадь реконструируемой буны 61,925 х 5 = 309,625 м<sup>2</sup>.

\*Площадь участка удлинения буны 61,925 – 59,60 = 2,325м х 5 = 11,625м<sup>2</sup>.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 140  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

Площадь увеличения ширины буны - моноличивания существующей буны – 100,724 м<sup>2</sup>

Проектными решениями в головной части буны устраивают монолитный ж.б. блок длиной 12,22 м с наклонным профилем (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Площадь - 12,22 \* 5 = 61,1 м<sup>2</sup>

Дно вдоль тела буны защищается от размыва камнем кр. 300-400 мм, уложенным в котлован глубиной до 2,5 м шириной по дну 1,0 м, с откосами 1:0,5 в скальных грунтах ИГЭ-3, ИГЭ-4 и откосами 1:2 галечниковых грунтах ИГЭ-2. Площадь составит – 529 м<sup>2</sup>.

Тело призмы устраивается укладкой камня размерами 400-600 мм с образованием откоса (уклон 1:2) для снижения волновых нагрузок. Крупные глыбы камня располагаются в верхней части призмы. Площадь – 103,68 м<sup>2</sup>.

Общая площадь отторжения дна при реконструкции пляжеудерживающей буны №6 составит – **806,129 м<sup>2</sup>**.

**Площади отторжения морского дна при устройстве бун (1-6) представлены в табл. 17.**

Таблица 17 - Площади отторжения морского дна при устройстве бун

| Наименование   | Монолитный ж.б. блок, м <sup>2</sup> | Отсыпка вдоль тела буны, камнем кр. 300-400 мм, м <sup>2</sup> | Каменная призма, укладка камня размерами 400-600 мм, м <sup>2</sup> | Строительство и увеличение тела буны, м <sup>2</sup> |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Буна №1</b> | 61,1                                 | 505                                                            | 53,25                                                               | 408,15                                               |
| <b>Буна №2</b> | 61,1                                 | 512                                                            | -                                                                   | 408,15                                               |
| <b>Буна №3</b> | 61,1                                 | 505                                                            | -                                                                   | 113,925+ 65,965                                      |
| <b>Буна №4</b> | 103,87                               | 633                                                            | -                                                                   | 85,255+67,215                                        |
| <b>Буна №5</b> | 61,1                                 | 611                                                            | -                                                                   | 309,625                                              |
| <b>Буна №6</b> | 61,1                                 | 529                                                            | 103,68                                                              | 11,625+100,724                                       |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>409,37</b>                        | <b>3295,0</b>                                                  | <b>156,93</b>                                                       | <b>1570,63</b>                                       |
|                | <i>Постоянное воз.</i>               | <i>Постоянное воз.</i>                                         | <i>Постоянное воз.</i>                                              | <i>Постоянное воз.</i>                               |

|              |              |              |      |         |      |        |       |      |             |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|-------|------|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |         |      |        |       |      | Лист<br>141 |
|              |              |              |      |         |      |        |       |      |             |
|              |              |              |      |         |      |        |       |      |             |
|              |              |              | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |             |

### Реконструкция волногасящего пляжа

Длина реконструируемого пляжа составляет 381,24 м (сумма длин участков пляжа в межбунных отсеках).

Строительная ширина отсыпаемого пляжа:

- в межбунных отсеках бун № 1 - № 2, № 2 - № 3 составляет 61,11 м;

- в межбунных отсеках бун № 3 - № 4, № 4 - № 5, № 5 - № 6 составляет 40,0 м.

Откос строительного профиля пляжа со стороны моря 1:1.

При отсыпке пляжа следует использовать окатанный материал со средней крупностью 0,035 - 0,06 м (по результатам гидравлического моделирования); проектом предусмотрена отсыпка пляжа галькой **фр. 40-70 мм.**

Площадь отсыпки пляжа - 19945 м<sup>2</sup>.

**Площадь пляжа, отсыпаемая в море - 16483 м<sup>2</sup>.**

### Реконструкция подпорно-волноотбойных стен

Реконструкция подпорно-волноотбойных стен ПС-2, ПС-3, ПС-4, расположенных в корневых частях реконструируемых бун № 3, № 4, № 5, № 6 выполняется после устройства пляжеудерживающих бун 1-6 и отсыпки волногасящего пляжа (с перемещением уреза воды не менее 40 м от береговой линии). При этом котлованы стен ПС-2, ПС-3, ПС-4, будут затоплены морской водой до отметки -0,22 м БС за счет дренирования через галечник волногасящего пляжа и подвержены замутнению. Попадание мутности из котлованов в Черное море не предполагается, т.к. линия уреза вода смещена от котлованов в сторону моря на расстояние не менее 40 м.

Буну устраивают монолитными секциями длиной 4565 - 6100 мм, разделенными деформационными швами толщиной 30 мм из

|              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |      |        |       |      |                  |      |
|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Взам. инв. № | Подп. и дата | будут затоплены морской водой до отметки -0,22 м БС за счет дренирования через галечник волногасящего пляжа и подвержены замутнению. Попадание мутности из котлованов в Черное море не предполагается, т.к. линия уреза вода смещена от котлованов в сторону моря на расстояние не менее 40 м. |         |      |        |       |      |                  |      |
|              |              | Буны устраивают монолитными секциями длиной 4565 - 6100 мм, разделенными деформационными швами толщиной 30 мм из                                                                                                                                                                               |         |      |        |       |      |                  |      |
| Инв. № подл. |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |      |        |       |      |                  | 142  |
|              |              | Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

просмоленных досок. Ядро секций выполняют из заполненных камнем металлических каркасов МК-1, МК-2, МК-3, МК-4 выполняющих роль тела сооружения и анкеров для верхней железобетонной монолитной плиты.

Для обеспечения устойчивости буны, в углах каркасов МК-1 – МК-4 предусмотрено устройство железобетонных буронабивных свай (БНС) Ø 406,4 мм и длиной 8000 – 9000 мм из монолитного гидротехнического бетона кл. В30, F200, W8. Нижняя часть БНС заведена в скальный грунт ИГЭ-4 на глубину не менее 1000 мм.

БНС включают арматурный каркас Ø 250 мм из 8 стержней Ø 14 мм (А400) длиной 7800 – 8800 мм, при этом отметка верха установленного каркаса на 200 мм ниже верха каркасов МК-1 – МК-4 для последующего устройства в трубе Ø 630 мм упора головы БНС.

**Буна №1. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 56 шт.
- глубина бурения: 2 м – 20 шт, 2,2 м – 16 шт, 2,5 м – 8 шт, 2,7 м – 4 шт, 2,8 м – 8 шт.

**Буна №2. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 56 шт.
- глубина бурения: 2 м – 12 шт, 2,5 м – 16 шт, 2,7 м – 16 шт, 3,0 м – 12 шт.

**Буна №3. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 12 шт.
- глубина бурения: 2,85 м – 4 шт, 3,0 м – 8 шт.

Глубина лидерного бурения h<sub>ср</sub> – 4,3 м для погружения шпунта (196 шт); при лидерном бурении обсадные трубы **не применяют**.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |             |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|-------------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>143 |
|      |         |      |        |       |      |                  |             |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |             |

**Буна №4. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 4 шт.
- глубина бурения: 2,8 м – 4 шт.

Глубина лидерного бурения  $h_{ср}$  – 4,27 м для погружения шпунта (242 шт); при лидерном бурении обсадные трубы **не применяют**.

**Буна №5. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 40 шт.
- глубина бурения: 2 м – 8 шт, 2,2 м – 4 шт, 3,0 м – 8 шт, 3,2 м – 4 шт, 3,35 м – 4 шт, 3,5 м – 12шт

**Буна №6. БНС устраивают по углам каркасов МК в извлекаемых обсадных трубах**

- количество БНС – 4 шт.
- глубина бурения: 2,0 м – 4 шт.

Глубина лидерного бурения  $h_{ср}$  – 4,9 м для погружения шпунта (234 шт); при лидерном бурении обсадные трубы **не применяют**.

***Буро-набивные сваи (БНС) входят в объем тела бун. Для исключения двойного счета в расчетах потери бентосных организмов от свай не учитываются.***

Нормативный срок службы гидротехнических сооружений III класса – **50 лет** (СП 58.13330.2019). Восстановление бентоса прогнозируется в течении 3-х лет по окончании воздействия.

3. Грунт, разрабатываемый в отвал при устройстве бун, будет находится там же где его складировали **под водой**.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>144 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

## Буна №1

| Наименование работ                                                                                                                                             | Объем<br>извлекаемого<br>грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала,<br>S м <sup>2</sup>                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 446                                               | Общий объем грунта<br>446+700+152+59=1357 м <sup>3</sup><br><br>88м*18м= <b>1584м<sup>2</sup></b><br>(высота отвала 0,86 м) |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 700                                               |                                                                                                                             |
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 152                                               |                                                                                                                             |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 59                                                |                                                                                                                             |

## Буна №2

| Наименование работ                                                                                                                                             | Объем<br>извлекаемого<br>грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала,<br>S м <sup>2</sup>                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 70,3                                              | Общий объем грунта<br>70,3+700+234+62=1066,3 м <sup>3</sup><br><br>88м*18м= <b>1584 м<sup>2</sup></b><br>(высота отвала 0,67 м) |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 145  |



|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 700 |
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 234 |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 62  |

### Буна №3

| Наименование работ                                                                                                                                             | Объем извлекаемого грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала, S м <sup>2</sup>                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 255                                         | <p>Общий объем грунта<br/> <math>255+140+173+66,65+128+47=809,65</math><br/> м<sup>3</sup></p> <p><math>69\text{м} \times 18\text{м} = 1242\text{м}^2</math><br/> (высота отвала 0,65 м)</p> |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 140                                         |                                                                                                                                                                                              |
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                                       | 173                                         |                                                                                                                                                                                              |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 66,65                                       |                                                                                                                                                                                              |

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
|      |         |      |        |       |      |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

146

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                        | 128 |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована | 47  |

### Буна №4

| Наименование работ                                                                                                                                             | Объем извлекаемого грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала, S м <sup>2</sup>                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 398                                         | <p>Общий объем грунта<br/>398+164+139+49+219+90=1059 м<sup>3</sup></p> <p>69м*18м=<b>1242м<sup>2</sup></b><br/>(высота отвала 0,85 м)</p> |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 164                                         |                                                                                                                                           |
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                                       | 139                                         |                                                                                                                                           |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 49                                          |                                                                                                                                           |
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                                       | 219                                         |                                                                                                                                           |

|              |              |              |      |         |      |        |                  |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|------------------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |         |      |        | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |      | Лист |
|              |              |              | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп.            | Дата | 147  |

Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м<sup>3</sup> для устройства котлована

90

### Буна №5

| Наименование работ                                                                                                                                             | Объем извлекаемого грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала, S м <sup>2</sup>                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м <sup>3</sup> смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 790                                         | <p>Общий объем грунта<br/>790+628+176+66=1660 м<sup>3</sup></p> <p>69м*26м=<b>1794 м<sup>2</sup></b><br/>(высота отвала 0,92 м)</p> |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 628                                         |                                                                                                                                     |
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                                       | 176                                         |                                                                                                                                     |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована                | 66                                          |                                                                                                                                     |

### Буна №6

| Наименование работ                                                                                                                              | Объем извлекаемого грунта, W м <sup>3</sup> | Площадь отвала, S м <sup>2</sup>                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м <sup>3</sup> для устройства котлована | 187                                         | <p>Общий объем грунта<br/>187+362+258+190+75=1072 м<sup>3</sup></p> <p>69м*18м=<b>1242м<sup>2</sup></b><br/>(высота отвала 0,86 м)</p> |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 148  |

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой в отвал грейфером емкостью 3,0 м3 смонтированном на кране на гусеничном ходу для устройства котлована | 362 |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м3 для устройства котлована                | 258 |
| Разработка грунта 2 группы под водой в отвал грейфером гусеничного крана для устройства котлована под головной блок буны                           | 190 |
| Разработка грунта 5 группы (ИГЭ-3) под водой в отвал экскаватором на гусеничном ходу емкостью ковша 0,6 м3 для устройства котлована                | 75  |

Общая площадь дна моря, затрагиваемая под отвал грунта при устройстве бун, составит - **8 688м<sup>2</sup>**. На данной площади произойдет гибель бентосных организмов (**временное воздействие**).

Водной экосистеме наносится ущерб, заключающийся в полном уничтожении биоценоза отторгаемого участка дна под буны, отсыпку и пляж. Это оказывает негативное влияние на структуру локального гидробионтов и кормовую базу для некоторых звеньев трофической цепи.

Распространения зон взвеси при отсыпке крупного камня не прогнозируется вследствие отсутствия в объеме крупного материала (мелких фракций, которые могут уноситься течением).

Расчет параметров вредного воздействия на водную биоту шельфа на участке проведения работ будет складываться из гибели зообентосных организмов на всей площади отторгаемого участка дна.

Потери водных биоресурсов, от гибели кормового бентоса, определяются по формуле 7 Методики:

$$N = B \times (1+P/B) \times S \times KE \times K3/100 \times d \times \Theta \times 10^{-3}$$

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 149  |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

- если погибшие организмы кормового бентоса недоступны для использования в пищу рыбами и (или) другими его потребителями (в том числе погребены под слоем грунта толщиной выше критической для доступности погибшего бентоса его потребителям, при дноуглублении и сбросах грунта, а также вследствие отпугивания рыб-бентофагов на участках сейсморазведки), или по формуле 7а:

$$N = B \times P/B \times S \times KE \times K3/100 \times d \times \Theta \times 10^{-3}$$

если поврежденные и погибшие организмы кормового бентоса могут быть употреблены в пищу рыбами и (или) беспозвоночными, морскими млекопитающими (хищниками и трупоедами) в том числе при выпадении донного осадка из взвеси, переотложении грунта толщиной ниже критической для доступности погибшего бентоса его потребителям, при воздействии электроразведки,

где  $N$  – потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

$B$  – средняя в период (сезон) воздействия величина биомассы кормовых организмов бентоса на участке воздействия, г/м<sup>2</sup>,

$P/B$  – годовой коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

$S$  – площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, м<sup>2</sup>;

$KE$  – коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

$K3$  – коэффициент использования кормовой базы рыбами-бентофагами и другими бентофагами, используемыми в целях рыболовства, %;

100 – показатель перевода процентов в доли единицы;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 150  |

$d$  – степень воздействия или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

$\Theta$  – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной биомассы) теряемых организмов кормового бентоса, должна определяться согласно пункту 28 настоящей Методики;

$10^{-3}$  – множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Календарным графикам работ предусмотрено ограничение (приостановление) работ на период нереста (май-июнь). Однако, в течение этого времени организмы бентоса не успеют сформироваться, до исходного состояния. Поэтому в расчет, принимается общий срок производства работ по объекту, в акватории моря.

В случае, если последствия негативного воздействия носят постоянный характер, коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов  $\sum KB(t=i)$  равен нулю, а коэффициент ( $\Theta$ ) следует учитывать и принимать равным показателю ( $T$ ).

На площади отторжения площади по гидротехнические сооружения, произойдет 100 % утрата бентосных организмов, которые не будут доступны в пищу рыбам-бентофагам по причине их изъятия из водотока.

Нормативный срок службы гидротехнических сооружений III класса – **50 лет** (СП 58.13330.2019).

Общий срок строительства гидротехнических сооружений – 26 мес.

Воздействие носит постоянный характер, в течение производства работ.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 151  |

$$T = 26/12 + 50 = 52,17$$

$$\Theta_{\text{пост}} = 52,17 + 0 = \mathbf{52,17}.$$

Согласно п. 12 Методики, при расчете размера вреда, причиненного водным биоресурсам, необходимо оценивать степень негативного воздействия на группы организмов, в том числе в зоне повышенной концентрации взвешенных веществ, учитывая то, что:

- 50%-ная гибель организмов бентоса (за исключением ракообразных и зарывающихся моллюсков), происходит при толщине донных отложений от 1 до 5 см;
- 100%-ная гибель организмов бентоса (за исключением ракообразных и зарывающихся моллюсков), происходит при толщине донных отложений более 5 см.

В соответствие с п. 9 Методики, при производстве работ на участках морского дна, применяется технология по отсыпке щебня крупной фракции (от 40 мм) и разравнивании его водолазами, вручную (без применения гидромониторов), определение объемов и площадей распространения зон от такого воздействия, времени их существования, не требуется.

**V. Шум и вибрации**, производимые работающей техникой, по-разному действуют на животных, в том числе и рыб, в зависимости от их вида, возраста, физиологического состояния.

Основными источниками шума и вибраций при производстве строительных работ является строительная техника.

Из всех исследованных водных беспозвоночных в части влияния на них подводного шума, наибольшее внимание уделено *M. edulis*, что, по-видимому, связано с их коммерческой значимостью и использованием в качестве тест-организма в экологической оценке. Однако, большое количество беспозвоночных такой оценкой не

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      | 152 |

охвачено (например, полихеты, которые играют ключевую роль в донных экосистемах) и в научной литературе не описано (Frings, 1964; Frings and Frings, 1967; Budelmann, 1992 ;). Понятно, что перемещение макро- и мейо-фауны и воздействие на нее могут быть различны и зависят от амплитуд вибрации.

Лабораторные исследования влияния вибраций на чувствительность ракообразных и двустворчатых моллюсков *P. bernhardus* and *M. Edulis* (например, антеннулярные изменения, перемещение, закрытие створок) показали следующее. Так отмечалось, что при воздействии высоких амплитуд некоторые *P. Bernhardus* покидали свои оболочки, обследовали их и возвращались в них через время (Briffa и Elwood, 2000). Полевые исследования проводились в одном из доков на глубинах до 4-м. Исследования показали поведенческие и физиологические изменения животных: раскрытие створок, изменения потребности в кислороде (Gray and Elliott, 2009).

Результаты исследований указывают на то, что животные непосредственно реагируют на воздействие волн, распространяющихся внутри донных осадков. Однако, для полного понимания степени влияния субстратных стимулов имеющих в настоящее время данных в этой области недостаточно. Принимая во внимание тесные связи между бентосом и донными осадками, роль видов в структурировании осадков, необходимо учитывать возможное косвенное воздействие на бентос при нарушении привычного состояния среды обитания и перераспределении осадка при оценке воздействия виброисточников. При этом, летальных воздействиях на животных в результате проведенных исследований не обнаружено.

Следует также отметить, что бентосные организмы могут проявлять чувствительность и реакции на вибрацию как в результате прибрежных и шельфовых гидротехнических работ, так и в результате

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |



природных источников вибрации (например, приливные и суб-приливные (Roberts et al., 2017).

Звук, в большинстве случаев, при воздействии выше фонового, отпугивает рыб.

Волна звука, хотя и находится в пределах коммуникационного звукового диапазона рыб, в силу дискретности не может оказывать на них существенное негативное влияние. Наиболее существенное негативное воздействие шума и вибраций может проявляться во время нереста рыб. По всей видимости, шум и вибрация будут отпугивать рыб и могут нарушить их нерест.

В период нереста рыб работы в русле не проводятся, следовательно, прямого ущерба от звукового воздействия на взрослых особей, а также молоди рыб при выполнении строительных работ не прогнозируется. В условиях данного водотока повышенное звуковое воздействие на ихтиофауну будет локальным и допустимым.

**VI. Воздействие повышенной мутности на гидробионтов**

Результатом выпадения мелкодисперсных частиц изымаемого грунта явится загрязнение воды и заиление дна моря, что является неблагоприятным фактором для жизнедеятельности кормовых планктонных и бентосных организмов.

Взрослые особи рыб стараются избегать зон повышенной мутности и покидают этот район до восстановления в нем фоновых значений. Кроме того, шум при работе строительной техники отпугнет рыб из района работ.

Повышенные концентрации взвеси опасны и для планктонных сообществ (фитопланктон, зоопланктон, ихтиопланктон).

Воздействие на ихтиофауну. На взрослую рыбу повышенная мутность не оказывает существенного воздействия, поскольку она

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 154  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

обычно избегает и покидает такие районы из-за замутнения воды, фактора беспокойства (шум, вибрация, интенсификация судоходства), нарушения поверхности морского дна и уменьшения кормовой базы. Поэтому влияние взвешенных веществ на разные группы ихтиофауны проявляется в виде снижения и/или потери их кормовой базы, а также утраты нерестовых площадей в результате заиления. Для рыб-бентофагов – это потери кормовых организмов бентоса, для рыб-планктофагов – потери планктонных организмов.

Икринки, личинки и молодь рыб на самых ранних стадиях развития являются одними из наиболее уязвимых организмов к действию взвеси (налипание на оболочки, повреждение покровов, забивание ротового отверстия, жабер и др.).

Воздействие на фито- и зоопланктон. В период существования «мутьевого облака» в районах осуществления гидротехнических работ по перемещению грунта наблюдается снижение процесса фотосинтеза и изменение уровня первичной продукции и продуктивности экосистемы. При вымывании из донных отложений органических веществ и легкоокисляемых поллютантов вероятно временное уменьшение содержания растворенного кислорода (расходуется в процессе окисления загрязнений), что отрицательно влияет на аэробные виды гидробионтов.

Негативное влияние повышенного содержания в воде взвешенных минеральных частиц проявляется в виде прямого механического воздействия на планктеров (налипание, засорение дыхательных трубок и ротового отверстия, повреждение органов и покровов и т.д.). В результате этого наблюдается гибель наиболее чувствительных групп и отдельных особей гидробионтов, замедление роста, развития и созревания планктеров, включая виды кормового планктона. В зоне

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 155  |

замутнения ухудшается качество водной среды, как места питания и размножения всех планктонных организмов.

На основании проведенного анализа опубликованных материалов (Матвеев А.А., 1984; Калинин В.Г., 1986; Лесников Л.А., 1986; Кудерский Л.А., 1996; Joint I. R., 1981; Mauer D., 1980, Mauer D., 1986) установлено, что высокочувствительными к содержанию взвеси в воде являются планктонные ракообразные и сапрофиты, пороговая концентрация для которых составляет 20 мг/л. Особенно чувствительны планктеры на ранних стадиях своего развития.

Значительное снижение биомассы зоопланктона в природных условиях и в экспериментах отмечалось при постоянном (в течение сезона) содержании в воде взвеси более 20 мг/л (Williams, 1984). В интервале концентраций взвеси 20-100 мг/л и более отмечается уменьшение количества кормовых организмов зоопланктона (50%-ая гибель), а при концентрациях свыше 100 мг/л – 100%-ая гибель.

Выраженное влияние на фитопланктон прослеживается в экспериментальных условиях при пороговой концентрации взвеси 500 мг/л. В природных условиях при повышении содержания взвеси в воде до 20 – 30 мг/л и несколько выше отмечается снижение процесса фотосинтеза до 2-х раз и соответствующее уменьшение продуктивности фитопланктона.

Снижение показателей фитопланктона на порядок величин при концентрации взвеси больше 100 мг/л возможно вследствие не только увеличения мутности вод, но и резкого уменьшения освещенности с глубиной (Joint & Romroy, 1981; Макеева, 1988 и др.).

При концентрации взвешенных веществ 10 мг/л (ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов высшей категории) негативные явления в планктонных сообществах не отмечаются.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 156  |

Воздействие на бентос. Негативное влияние операций по перемещению грунта на организмы зообентоса является объектом пристального внимания как отечественных (Рубинштейн, 1988, Шуйский, 1985; Мокеева, 1987, Золотарев, 1994), так и зарубежных специалистов достаточно давно.

Механизм негативного воздействия гидротехнических работ по перемещению грунта, прежде всего, заключается в гибели бентоса при нарушении донного сообщества: прямое воздействие на бентосные сообщества (фито- и зообентос) оказывает осаждение «мутьевого облака» на дно водоема. Гибель животных бентоса, погребенных под слоем донных осадков, происходит при толщине его слоя, превышающей вертикальные размеры организмов и при скорости осадконакопления более 0,5 мм/сут. Для малоподвижных и мелких форм зообентоса губительным будет слой осадка в 5 мм. Для крупных моллюсков летальным будет слой 10–15 мм. На их долю в общем бентосе приходится 80-90% (Лесников, 1986). Осаждение частиц донных грунтов небольшой толщиной (1-5 см) вызывает гибель мелких и среднего размера представителей инфауны и эпифауны – полихет (кроме роющих видов), амфипод, балянусов, мелких гастропод, молоди двустворчатых моллюсков и других бентосных животных.

Все исследователи сходятся во мнении, что такого рода вмешательство в водную экосистему, безусловно, негативно влияет на состояние донного сообщества непосредственно на участках работ. В тоже время, мнения относительно сроков восстановления донной фауны, степени влияния заиления и вторичного загрязнения, в частности повышенного содержания биогенов, далеко не однозначны.

Опыты по моделированию заиления крупных организмов зообентоса (крабы, крупные моллюски) показали, что они способны перемещаться на поверхность через переотложенный слой осадка

|             |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|-------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Ив. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|             |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|             |              |              | 157              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.        | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

толщиной до 30 см (Hirsch, 1978). Скорость перемещения организмов на поверхность из-под слоя заиления зависит как от размеров самих организмов, так и от состава грунта. Продолжительность перемещения организмов при разной толщине переотложенных осадков для разных видов животных составляет от нескольких часов до нескольких суток.

Наибольшее препятствие при этом представляет плотный песчаный грунт средней и большой крупности частиц. В частности, тяжелый песчаный грунт может препятствовать раскрытию створок раковин двустворчатых моллюсков (Медянкина, 2010).

Многие виды зообентоса, особенно роющие организмы инфауны (подвижные двустворчатые моллюски-детритофаги, брюхоногие моллюски, большинство видов полихет и др.), способны выходить на поверхность грунта после погребения их слоем донных осадков при дампинге грунта (Maurer et al., 1980, 1986). Скорость рытья зависит от размеров организмов и состава грунта. Время откапывания при разной толщине осадков составляет для разных видов животных от нескольких часов до нескольких суток.

В условиях эксперимента разные виды роющих раковинных моллюсков с длиной раковины от 0,3-1,3 см до 3,5 см были способны выходить на поверхность из-под слоя донного осадка толщиной от 4-8 до 28-32 см через 1-8 суток. При этом смертность мерценарии, наиболее быстро роющего моллюска, летом при толщине слоя 32 см достигала 10% через 1 сутки, и 17% – через 8 суток.

При толщине осадка 36 см в условиях летних температур смертность животных варьировала для разных типов осадка и составляла от 55–69,5% через 8 суток эксперимента и 47,3–91,7% – через 15 суток.

Для малоподвижных и мелких форм бентоса, обитающих на поверхности грунта, а также молоди видов инфауны, губительным может

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 158              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

быть слой осадка значительно меньшей толщины. Заиление поверхности морского дна препятствует прорастанию спор фитобентоса, что уменьшает его биомассу и, следовательно, снижает продуцирование кислорода в море.

По оценкам различных экспертов, процесс восстановления донного сообщества различен. В ряде исследований восстановление бентосной фауны отмечается в течение 2-4 лет (Ray, 2001; Soloman, 1974; Dalfsen, 2001).

В тоже время многочисленные зарубежные исследования говорят о восстановлении бентосного сообщества уже в течение 1-1,5 лет (Johnson, 1985; Marsh, 1980, Posey, 2002; Soloman, 1982; US Ecological..., 1983; Zajac, 2003, Jutte et al., 2002).

Восстановление донных сообществ гидробионтов после заиления происходит медленно, при этом часто меняется трофическая структура биоценоза. Новые донные отложения практически сразу же начинают заселяться благодаря оседанию пелагических личинок бентосных животных. При этом отмечается обеднение видового состава, смена доминирующих таксонов, изменение количественных показателей (Солдатова, 1984; Айбулатов, Артюхин, 1993).

Как показали современные модельные исследования по влиянию осаждающей взвеси на выживаемость ракообразных, выполненные специалистами ФГУП «ВНИРО» в акватории Бугазского лимана, гибель бокоплавов при толщине слоя засыпки 3,2 см составила 17,0%, при толщине 8,5 см – 33,3% (Сергеева и др., 2013).

Прибрежная зона зарослевых биоценозов является важным районом нагула молоди и взрослых рыб. В течение всего лета и осени в зарослях цистозир и зостеры концентрируется и нагуливается молодь кефалей, камбалы-калкан, бычков, морского карася. Микрообрастания

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>159 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

на слоевищах макрофитов составляют основу питания взрослых кефалей.

Макрофитобентос, оказавшись в зоне мутности, подвергнется угнетению, которое выражается в прекращении роста слоевища, накоплении в клетках токсических веществ, замедлении фотосинтеза. Максимальный ущерб будет нанесен однолетним и сезонным формам водорослей, особенно находящимся на ранних стадиях развития (споры и проростки).

*Chamelea gallina* – роющий моллюск, способный глубоко закапываться в грунт. Такой же способностью обладают и полихеты, а также промысловые беспозвоночные – рапана и креветки. Слой донных отложений 1-5 см будет опасен для молоди двустворчатых моллюсков – представителей эпифауны (*Mytilus galloprovincialis*, *Modiola phaseolina*). Взрослые же особи этих видов, вследствие более крупных размеров, способны выбираться из-под слоя донных осадков толщиной менее 5 см. В случае неблагоприятных условий мидии и модиолусы могут открепляться от субстрата и временно переходить от неподвижного образа жизни к подвижному.

100%-ная гибель пелагической икры и личинок рыб в эксперименте наблюдается при концентрациях взвеси более 25 мг/л (Калиничева, 1986). В природных условиях получены сходные результаты: резкое снижение их численности отмечалось при концентрациях минеральной взвеси более 20 – 30 мг/л (Williams, 1984).

Для ихтиопланктона имеются экспериментальные данные (при опытах с буровыми отходами) о полной гибели пелагической икры и личинок рыб при концентрациях взвеси более 25 мг/л.

В природных условиях получены сходные результаты: резкое снижение численности пелагической икры и личинок рыб отмечалось при концентрациях минеральной взвеси более 20 – 30 мг/л.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|

С другой стороны, имеется много данных о намного более высокой толерантности к взвеси эмбриональных стадий развития рыб. Так, гибель 50 % ранней молоди лососевых рыб прогнозируется при содержании взвеси буровых отходов в морской воде более 100 мг/л.

В литературе имеются также данные о более высокой толерантности к взвеси эмбриональных стадий развития отдельных видов морских рыб. Острая (летальная) интоксикация морских и солоноватоводных рыб наблюдается при содержании взвеси в воде более 500 – 1000 мг/л.

Летальное действие повышенной мутности на фито- и зоопланктон, вследствие налипания на них мелких частиц грунта, забивания ими глотки у простейших или фильтрационного аппарата, может наступить в течение нескольких часов.

Кроме этого, в зоне повышенной мутности происходит снижение толщины слоя фотосинтеза, что приводит к снижению продуктивности водоема.

Фитопланктон снижает численность в экспериментах при пороговой концентрации взвеси 500 мг/л. Под воздействием взвешенных частиц происходит осаждение планктонных форм, что приводит к количественному уменьшению и качественному изменению в составе фитопланктоценоза.

Как показали прямые исследования, частицы взвеси разбивают крупные клетки и колонии, вызывая их гибель, засыпают придонные виды водорослей, ухудшают условия фотосинтетической деятельности. В природных условиях отмечалось снижение фотосинтеза до 2-х раз и соответствующее уменьшение продуктивности фитопланктона при повышении содержания взвеси до 20-30 мг/л и более, и на порядок величин – при концентрации взвеси больше 100 мг/л.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 161  |



Повышенная концентрация взвешенных веществ также оказывает влияние на зоопланктон. Под их воздействием происходит обеднение качественного состава зоопланктонных сообществ, снижаются их биопродуктивные показатели.

Наиболее чувствительны к содержанию взвеси в воде организмы-фильтраторы (кладоцеры, копеподы, коловратки).

Частицы взмученного грунта могут попадать в кишечник и фильтрационный аппарат зоопланктонов, в особенности личинок и молоди копепод. Значительное снижение биомассы зоопланктона в природных условиях отмечается при постоянной (в течение сезона) концентрации взвеси более 20 мг/л.

Минимальная пороговая концентрация взвеси, при которой наблюдаются первые признаки неблагоприятных эффектов для фитопланктона и зоопланктона, составляет 10 мг/л.

В результате осаждения взвешенных частиц от удушья гибнут все мелкие организмы инфауны, прикрепленные и малоподвижные формы эпифауны. Жизнеспособность и возможность выхода на поверхность погребенных под слоем осадков донных животных определяются их таксономической принадлежностью, размерами, возрастом, физиологическим состоянием и температурой окружающей среды. Жизнеспособность и роющая активность донных животных также во многом зависят от гранулометрического состава грунта. Гибель организмов бентоса, погребенных под слоем переотложенных донных осадков, происходит при толщине его, превышающей вертикальные размеры бентосных организмов и при скорости осадконакопления более 0,5 мм/сут. От заиления страдают, прежде всего, гидробионты-фильтраторы и многие группы ракообразных (кумовые, остракоды и др.). В меньшей степени седиментация взвеси влияет на олигохеты.

Принимая во внимание нередко наблюдаемые аноксические

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 162              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

условия в толще подстилающего грунта, общие для всего зообентоса морских экосистем летальные пороговые значения толщины донных отложений принимаются от 1 до 5 см (50 % гибель), при толщине 5 см и более учитывается 100 % гибель зообентоса.

Для малоподвижных и мелких форм бентоса губительным будет слой осадка в 5 мм. Для крупных моллюсков летальным будет слой 10–15 мм.

Крупные животные рыхлых грунтов, попавшие в зону выпадения взвешенных частиц грунта, в большинстве случаев остаются жизнеспособными.

Восстановление донных сообществ гидробионтов после заиления происходит медленно, при этом часто меняется трофическая структура биоценоза. В целом отмечается обеднение видового состава, смена доминирующих таксонов, изменение количественных показателей.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 163  |

## 6 Определение последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания

Расчет вреда водным биоресурсам производится в соответствии с «Методикой определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния, утвержденной Приказом Федерального агентства по рыболовству от 06.05.2020 №238» и Приказа Минсельхоза РФ 167 от 31.03.2020г «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам».

Таким образом, в расчетах применяется среднесезонная биомасса планктонных и бентосных организмов

Среднесезонная биомасса фитопланктона составляет 1,042 г/м<sup>3</sup>

Среднесезонная биомасса зоопланктона составляет 0,23г/м<sup>3</sup>

Среднесезонная биомасса бентоса составляет 18,4 г/м<sup>2</sup>

|              |  |  |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|--|--|
| Взам. инв. № |  |  |  |  |  |  |
|              |  |  |  |  |  |  |
| Подп. и дата |  |  |  |  |  |  |
|              |  |  |  |  |  |  |
| Инв. № подл. |  |  |  |  |  |  |
|              |  |  |  |  |  |  |

|                                            |  |  |  |                                              |  |  |
|--------------------------------------------|--|--|--|----------------------------------------------|--|--|
| Р/В коэффициент:                           |  |  |  |                                              |  |  |
| - фитопланктона                            |  |  |  | 250<br>(365 дней*,<br>Р/Всут. 250/365=0,685) |  |  |
| - зоопланктона                             |  |  |  | 33,4                                         |  |  |
| - зообентоса                               |  |  |  | 2,6                                          |  |  |
| Кормовой коэффициент 1/(K2):               |  |  |  |                                              |  |  |
| - фитопланктона                            |  |  |  | 30 (0,033)**                                 |  |  |
| - зоопланктона                             |  |  |  | 6 (0,167)**                                  |  |  |
| - зообентоса                               |  |  |  | 6 (0,167)**                                  |  |  |
| Коэффициент использования рыбами (K3/100): |  |  |  |                                              |  |  |
| - фитопланктона                            |  |  |  | 0,10                                         |  |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |             |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|-------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>164 |
|      |         |      |        |       |      |                  |             |

|                |      |
|----------------|------|
| - зоопланктона | 0,40 |
| - зообентоса   | 0,55 |

\* – вегетационный период в Черном море длится в течение всего года

\*\* - результат деления с учетом округления 1/К2

Объемы областей мутности с различными концентрациями взвеси определены по результатам математического моделирования. Моделирование выполнено с использованием программного комплекса «CAD2Q-SIST», зарегистрированного в патентном ведомстве, сертификат соответствия RU.32468.04ЛЕГО.О10.1293 (Приложение №2). Принятые для оценки воздействия на водные биоресурсы данные, рассчитанные методами моделирования, представлены в таблице ниже.

Результаты моделирования распространения взвеси и донных отложений и расчет параметров необходимых для оценки воздействия на водные биоресурсы при проведении работ по проектной документации «Реконструкция гидротехнических сооружений «Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул. Центральная 39. Пляжная зона». приведены в приложении №1 к данному отчету

*Объект моделирования - характеристики загрязнения взвесями при производстве работ:*

1. Устройство котлована тела буны;
2. Засыпка ГПС пазух корня буны;
3. Устройство котлована оголовка буны.

Разрабатываемые грунты относятся к инженерно-геологическим элементам (ИГЭ-2), содержащим частицы мелкодисперсных фракций размером менее 0,1 мм. Ещё один вид разрабатываемого грунта - гравийно-песчаная смесь (ГПС), которая также содержащий мелкодисперсные фракции размером менее 0,1 мм. Последние, попадая в воду, переходят во взвешенное состояние и осаждаюсь переносятся течениями на некоторое расстояние, вызывая загрязнение.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 165  |

Продолжительность работ по реконструкции составляет 27 месяцев (2 года 3 месяца).

Продолжительность подготовительного периода (устройство временной строительной площадки, демонтаж существующих конструкций и др.) составляет 1 месяц.

Продолжительность основного периода реконструкции гидротехнических сооружений, пляжной зоны и бассейнов с техническими помещениями составит **26 месяцев**.

### Буна №1

#### Устройство котлована тела буны

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 8489                      | 7020 | <b>5699</b> | 4209 | <b>3230</b> | 2358  | 1351  | 644    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1124                      | 986  | <b>853</b> | 678  | <b>551</b> | 432   | 292   | 206    |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |              |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|--------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 16344                     | 13531 | <b>11039</b> | 8212 | <b>6405</b> | 4862  | 3256  | 2233   |

|              |              |              |                                                                       |       |       |      |       |       |       |        |
|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы) |       |       |      |       |       |       |        |
|              |              |              | Концентрация взвеси, мг/л                                             |       |       |      |       |       |       |        |
|              |              |              | ≥ 5                                                                   | ≥ 10  | ≥ 20  | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
|              |              |              | 16344                                                                 | 13531 | 11039 | 8212 | 6405  | 4862  | 3256  | 2233   |
|              |              |              |                                                                       |       |       |      |       |       | Лист  |        |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ                                                      |       |       |      |       |       | 166   |        |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                | Подп. | Дата  |      |       |       |       |        |

| Толщина слоя осадка, мм |      |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|------|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 1543                    | 1063 | 553 | 22  | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 36                        | 30   | 24   | 17   | 11    | 8,0   | 6,5   | 3,5    |

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3230м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **551** мин или **0,38** суток).  
**Объем в сутки – 3230 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2469м³ (5699 м³ – 3230м³)**. (время существования областей шельфа **853** мин или **0,59 суток**). **Объем в сутки – 2469 м³**

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **6405м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **4634 м<sup>3</sup>**  
(**11039 – 6405м<sup>3</sup>**).

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте

потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Засыпка ГПС пазух котлована корня буны №1

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7556                      | 3762 | <b>2055</b> | 900  | <b>477</b> | 243   | 108   | 58     |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 2850                    | 2718 | <b>1783</b> | 1007 | <b>702</b> | 529   | 321   | 244    |

Интегральные объёмы воды (м<sup>3</sup>), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 25199                     | 14409 | <b>6893</b> | 2475 | <b>1216</b> | 626   | 244   | 142    |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 105                     | 58  | 23  | 0   | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 125                     | 102  | 70   | 43   | 31    | 23    | 11    | 8,5    |

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 168  |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **477м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **702** мин или **0,49суток**).

**Объем в сутки – 477 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1578м<sup>3</sup>** (2055 м<sup>3</sup> – 477м<sup>3</sup>). (время существования областей шельфа **1783** мин или **1,24 суток**). **Объем в сутки – 1272,6 м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1216м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **5677 м<sup>3</sup>** (6893 – 1216м<sup>3</sup>).

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Устройство котлована головной части буны №1

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                               |      |             |      |             |       |       |        |
|------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                          | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м <sup>3</sup> ) областей с заданной пороговой концентрацией |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                    |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                          | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5970                                                                         | 4706 | <b>3624</b> | 2482 | <b>1789</b> | 1246  | 703   | 405    |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | 169  |



Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1050                      | 907  | <b>771</b> | 598  | <b>478</b> | 365   | 233   | 146    |

Интегральные объёмы воды (м<sup>3</sup>), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 11116                     | 8653 | <b>6588</b> | 4431 | <b>3171</b> | 2196  | 1294  | 869    |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 522                     | 313 | 156 | 0   | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 36                        | 31   | 26   | 19   | 14    | 9,4   | 5,8   | 3,6    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1789м<sup>3</sup>**, (время существования областей шельфа **478** мин или **0,33** суток).

**Объем в сутки – 1789 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1835м<sup>3</sup>** (**3624** м<sup>3</sup> – **1789м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **771** мин или **0,53** суток).

**Объем в сутки – 1835 м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3171м<sup>3</sup>**,

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3417 м<sup>3</sup>** (**6588-3171м<sup>3</sup>**).

|              |              |              |        |       |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

170

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

**Буна №1** согласно результатам моделирования распространения и седиментации взвеси, общие средние объемы областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) составляют:  $3230 + 477 + 1789 = 5496\text{м}^3$ . Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) составляют:  $2469 + 1272,6 + 1835 = 5576,6\text{м}^3$ .

Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, образующиеся при строительстве Буны №1. Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) –  $6405 + 1216 + 3171 = 10792\text{м}^3$  с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) –  $4634 + 5677 + 3417 = 13728\text{м}^3$ .

В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 171  |

образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют

### Буна №2

#### Устройство котлована тела буны №2

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5057                      | 4090 | <b>3247</b> | 2281 | <b>1511</b> | 755   | 198   | 83     |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 696                       | 563  | <b>434</b> | 279  | <b>187</b> | 110   | 65    | 43     |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 8851                      | 6998 | <b>5403</b> | 3707 | <b>2729</b> | 1682  | 647   | 327    |

Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 160                     | 11  | 0   | 0   | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 23                        | 18   | 14   | 7,1  | 4,6   | 4,5   | 2,0   | 1,5    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

|              |  |                           |      |      |      |       |       |       |        |
|--------------|--|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Взам. инв. № |  | Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|              |  | ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
|              |  | 23                        | 18   | 14   | 7,1  | 4,6   | 4,5   | 2,0   | 1,5    |

|              |  |                                                                                                        |  |  |  |  |  |
|--------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Подп. и дата |  | Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят: |  |  |  |  |  |
|              |  |                                                                                                        |  |  |  |  |  |
|              |  |                                                                                                        |  |  |  |  |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|      |         |      |        |       |      |                  | 172  |

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1511м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **187** мин или **0,13** суток).

**Объем в сутки – 1511 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1736м<sup>3</sup>** (**3247** м<sup>3</sup> – **1511м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **434** мин или **0,30** суток). **Объем в сутки – 1736м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2729м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2674 м<sup>3</sup>** (**5403-2729м<sup>3</sup>**).

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Засыпка ГПС пазух котлована корня буны №2

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 8358                    | 3891 | <b>2330</b> | 1010 | <b>504</b> | 323   | 138   | 68     |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 3244                    | 3080 | <b>2176</b> | 1722 | <b>1484</b> | 565   | 340   | 274    |

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |             |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист<br>173 |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |             |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |             |

Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |             |           |             |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$   | $\geq 50$ | $\geq 100$  | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 24979                     | 13920     | <b>7286</b> | 3286      | <b>2007</b> | 792        | 306        | 159         |

Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 127                     | 76       | 29       | 0        | <b>0</b>  | 0         | <b>0</b>  | 0          |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 136                       | 111       | 84        | 43        | 33         | 22         | 13         | 7,5         |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **504м<sup>3</sup>**, (время существования областей шельфа **1484** мин или **1,03** суток).

**Объем в сутки – 504 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1826 м<sup>3</sup>** (2330 м<sup>3</sup> – **504м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **2176** мин или **1,51** суток). **Объем в сутки – 1209м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2007м<sup>3</sup>**,

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **5279 м<sup>3</sup>** (7286-**2007м<sup>3</sup>**).

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте

|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | – с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – <b>5279 м<sup>3</sup> (7286-2007м<sup>3</sup>)</b> . |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Для кормового зообентоса <b>не прогнозируется</b> образование                                           |  |  |  |  |  |
|              |              |              | участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным                                        |  |  |  |  |  |
|              |              |              | математического моделирования площади выпадения на дно                                                  |  |  |  |  |  |
|              |              |              | взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              | образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                         |  |  |  |  |  |

потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Устройство котлована головной части буны

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 6609                      | 5270 | <b>4107</b> | 2859 | <b>2099</b> | 1492  | 874   | 534    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1171                      | 1020 | <b>879</b> | 701  | <b>576</b> | 458   | 318   | 224    |

Интегральные объёмы воды (м<sup>3</sup>), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 12665                     | 9990 | <b>7716</b> | 5322 | <b>3886</b> | 2762  | 1677  | 1118   |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 683                     | 435 | 249 | 35  | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 45                        | 38   | 31   | 25   | 19    | 13    | 8,7   | 5,9    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2099м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **579** мин или **0,4 суток**). **Объем в сутки – 2099 м<sup>3</sup>**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |              |                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |      |       |       |       |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|--------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Инв. № подл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Подп. и дата | Взам. инв. № | <table><tr><td>≥ 5</td><td>≥ 10</td><td>≥ 20</td><td>≥ 50</td><td>≥ 100</td><td>≥ 200</td><td>≥ 500</td><td>≥ 1000</td></tr><tr><td>45</td><td>38</td><td>31</td><td>25</td><td>19</td><td>13</td><td>8,7</td><td>5,9</td></tr></table> |       |      |      |       |       |       |        | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 | 45 | 38 | 31 | 25 | 19 | 13 | 8,7 | 5,9 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |              | ≥ 5                                                                                                                                                                                                                                     | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
| 45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 38           | 31           | 25                                                                                                                                                                                                                                      | 19    | 13   | 8,7  | 5,9   |       |       |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
| <p>Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:</p> <p>– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – <b>2099м<sup>3</sup></b>,<br/>(время существования областей шельфа <b>579</b> мин или <b>0,4 суток</b>). <b>Объем в сутки – 2099 м<sup>3</sup></b></p> |              |              |                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |      |       |       |       |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |              |                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |      |       |       | Лист  |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ                                                                                                                                                                                                                        |       |      |      |       |       | 175   |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |
| Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                                                                                                                                  | Подп. | Дата |      |       |       |       |        |     |      |      |      |       |       |       |        |    |    |    |    |    |    |     |     |

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2008 м³** (**4107м³ – 2099м³**). (время существования областей шельфа **879** мин или **0,61 суток**). **Объем в сутки – 2008м³**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

- с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3886м³**,
- с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3830 м³ (7716 – 3886 м³)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

**Буна №2** согласно результатам моделирования распространения и седиментации взвеси, общие средние объемы областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) составляют:  $1511 + 504 + 2099 = 4114\text{м}^3$ . Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) составляют:  $1736 + 1209 + 2008 = 4953\text{м}^3$ .

Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, образующиеся при строительстве Буны №2. Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) –  $2729 + 2007 + 3886 = 8622\text{м}^3$  с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) –  $2674 + 5279 + 3830 = 11783\text{м}^3$ .

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют

### Буна №3

#### Устройство котлована тела буны №3

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 3721                      | 2932 | <b>2298</b> | 1608 | <b>1203</b> | 881   | 538   | 355    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1003                      | 884  | <b>765</b> | 625  | <b>523</b> | 427   | 326   | 260    |

Интегральные объёмы воды (м<sup>3</sup>), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7643                      | 6004 | <b>4647</b> | 3233 | <b>2395</b> | 1725  | 1069  | 734    |

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

177



Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 581                     | 387 | 242 | 107 | 0    | 0    | 0    | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 41                        | 35   | 31   | 25   | 20    | 16    | 11    | 6,7    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1203м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **523** мин или **0,36** суток).

**Объем в сутки – 1203 м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1095м<sup>3</sup>**  
(**2298м<sup>3</sup> – 1203м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **765** мин или **0,53** суток). **Объем в сутки – 1095м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2395м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2252 м<sup>3</sup> (4647 – 2395 м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

|               |              |              |        |       |      |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Интв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

178

### Устройство котлована удлинения буны №3

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5189                      | 4111 | <b>3201</b> | 2225 | <b>1633</b> | 1157  | 680   | 407    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1078                      | 941  | <b>806</b> | 634  | <b>512</b> | 399   | 268   | 190    |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 9942                      | 7826 | <b>6026</b> | 4110 | <b>2968</b> | 2076  | 1228  | 813    |

Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 543                     | 335 | 183 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 38                        | 33   | 27   | 21   | 16    | 12    | 6,1   | 4,6    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1633м³**, (время существования областей шельфа **512**мин или **0,35** суток).

**Объем в сутки – 1633м³**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1568м³** (**3201м³ – 1633м³**). (время существования областей шельфа **806** мин или **0,56**суток). **Объем в сутки – 1568м³**

|               |              |              |        |       |      |
|---------------|--------------|--------------|--------|-------|------|
| Изм.          | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата |
| Интв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

179

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

- с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2968 м<sup>3</sup>**,
- с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3058 м<sup>3</sup> (6026 – 2968 м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Устройство котлована головной части буны №3

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                                                                                            |      |             |      |             |       |       |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м <sup>3</sup> ) областей с заданной пороговой концентрацией                                                              |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5394                                                                                                                                      | 4242 | <b>3283</b> | 2234 | <b>1605</b> | 1109  | 630   | 361    |
| Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций                                                           |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1056                                                                                                                                      | 910  | <b>767</b>  | 594  | <b>474</b>  | 360   | 222   | 130    |
| Интегральные объёмы воды (м <sup>3</sup> ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы) |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 10045                                                                                                                                     | 7802 | <b>5939</b> | 3978 | <b>2845</b> | 1965  | 1158  | 784    |

|              |              |              |                                                                                                                              |       |      |      |       |       |       |        |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы) |       |      |      |       |       |       |        |
|              |              |              | Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                    |       |      |      |       |       |       |        |
|              |              |              | ≥ 5                                                                                                                          | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
|              |              |              | 10045                                                                                                                        | 7802  | 5939 | 3978 | 2845  | 1965  | 1158  | 784    |
|              |              |              |                                                                                                                              |       |      |      |       |       | Лист  |        |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ                                                                                                             |       |      |      |       |       | 180   |        |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.                                                                                                                       | Подп. | Дата |      |       |       |       |        |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм                                                                                    |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 0,5                                                                                                      | ≥ 1  | ≥ 2  | ≥ 5  | ≥ 10  | ≥ 20  | ≥ 50  | ≥ 100  |
| 464                                                                                                        | 272  | 111  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси |      |      |      |       |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                  |      |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                        | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 36                                                                                                         | 30   | 25   | 19   | 14    | 10    | 5,3   | 3,2    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1605м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **474**мин или **0,33** суток).

**Объем в сутки – 1605м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1678м<sup>3</sup>**  
(**3283м<sup>3</sup> – 1605м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **767** мин или **0,53**суток). **Объем в сутки – 1678м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2845м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3094 м<sup>3</sup> (5939 – 2845м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 181  |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

**Буна №3** согласно результатам моделирования распространения и седиментации взвеси, общие средние объемы областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) составляют:  $1203 + 1633 + 1605 = 4441\text{м}^3$ . Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) составляют:  $1095 + 1568 + 1678 = 4341\text{м}^3$ .

Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, образующиеся при строительстве Буны №3. Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) –  $2395 + 2968 + 2845 = 8208\text{м}^3$  с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) –  $2252 + 3058 + 3094 = 8404\text{м}^3$ .

В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 182  |

**Буна №4****Устройство котлована тела буны №4**

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 8411                      | 6979 | <b>5689</b> | 4215 | <b>3266</b> | 2427  | 1320  | 508    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1281                      | 1113 | <b>956</b> | 755  | <b>606</b> | 462   | 288   | 203    |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |              |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|--------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 15975                     | 13128 | <b>10680</b> | 7943 | <b>6245</b> | 4819  | 3271  | 1642   |

Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 1426                    | 975 | 363 | 36  | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 38                        | 32   | 27   | 20   | 15    | 11    | 6,8   | 4,3    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3266м³**,  
(время существования областей шельфа **606мин** или **0,42 суток**).

**Объем в сутки – 3266м³**

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
|------|---------|------|--------|-------|------|

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

183

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2423м<sup>3</sup>**  
(**5689м<sup>3</sup>** – **3266м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **956** мин или **0,66** суток). **Объем в сутки – 2423м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **6245м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **4435 м<sup>3</sup>**  
(**10680 – 6245м<sup>3</sup>**).

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

#### Устройство котлована удлинения буны №4

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                                                                                            |      |             |      |             |       |       |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м <sup>3</sup> ) областей с заданной пороговой концентрацией                                                              |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5870                                                                                                                                      | 4626 | <b>3555</b> | 2405 | <b>1735</b> | 1188  | 670   | 377    |
| Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией                                                          |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1174                                                                                                                                      | 1004 | <b>846</b>  | 653  | <b>515</b>  | 392   | 242   | 138    |
| Интегральные объёмы воды (м <sup>3</sup> ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы) |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                 |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 11157                                                                                                                                     | 8667 | <b>6562</b> | 4370 | <b>3116</b> | 2143  | 1252  | 771    |

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист<br>184 |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |             |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 496                     | 290 | 129 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 38                        | 32   | 26   | 20   | 15    | 10    | 5,6   | 3,0    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **1735м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **515** мин или **0,36** суток).

**Объем в сутки – 1735м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **1820м<sup>3</sup>**  
(**3555м<sup>3</sup> – 1735м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **846** мин или **0,59** суток). **Объем в сутки – 1820м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3116м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3446 м<sup>3</sup> (6562 – 3116м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  | 185  |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |



### Устройство котлована головной части буны №4

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7189                      | 5692 | <b>4427</b> | 3062 | <b>2234</b> | 1570  | 908   | 548    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1344                      | 1171 | <b>1002</b> | 786  | <b>634</b> | 494   | 328   | 214    |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 13948                     | 10987 | <b>8477</b> | 5785 | <b>4187</b> | 2398  | 1748  | 1139   |

Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 681                     | 426 | 232 | 18  | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 42                        | 35   | 29   | 22   | 17    | 13    | 7,9   | 4,4    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2234м³**,  
(время существования областей шельфа **634** мин или **0,44** суток).

**Объем в сутки – 2234м³**

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

Лист

186

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2193м³** (**4427м³ – 2234м³**). (время существования областей шельфа **1002** мин или **0,69суток**). **Объем в сутки – 2193м³**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

- с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **4187м³**,
- с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **4290м³ (8477 – 4187м³)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

**Буна №4** согласно результатам моделирования распространения и седиментации взвеси, общие средние объемы областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) составляют:  $3266 + 1735 + 2234 = \mathbf{7235м³}$ . Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) составляют:  $2423 + 1820 + 2193 = \mathbf{6436м³}$ .

Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, образующиеся при строительстве Буны №4. Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) –  $6245 + 3116 + 4187 = \mathbf{13548м³}$  с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) –  $4435 + 3446 + 4290 = \mathbf{12171м³}$ .

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 187  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Буна №5

#### Устройство котлована тела буны №5

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                                                                               |       |              |      |             |       |       |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                                                                          | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией                                                              |       |              |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                    |       |              |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                          | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 9360                                                                                                                         | 7714  | <b>6256</b>  | 4573 | <b>3488</b> | 2543  | 1504  | 821    |
| Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций                                              |       |              |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                    |       |              |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                          | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1557                                                                                                                         | 1379  | <b>1206</b>  | 992  | <b>840</b>  | 699   | 526   | 417    |
| Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы) |       |              |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                    |       |              |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                          | ≥ 10  | ≥ 20         | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 19914                                                                                                                        | 16426 | <b>13354</b> | 9898 | <b>7728</b> | 5908  | 3971  | 2749   |

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  | 188  |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |      |     |     |           |      |          |       |
|-------------------------|------|-----|-----|-----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10      | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 1803                    | 1321 | 865 | 264 | <b>47</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 47                        | 39   | 34   | 27   | 21    | 16    | 11    | 7,0    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объемы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3488м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **840** мин или **0,58** суток).

**Объем в сутки – 3488м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2768м<sup>3</sup>**  
(**6256м<sup>3</sup> – 3488м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **1206** мин или **0,84** суток). **Объем в сутки – 2768м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **7728м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **5626м<sup>3</sup> (13354 – 7728м<sup>3</sup>)**.

Прогнозируется образование участков с летальными для кормового зообентоса величинами толщины осадка.

На площади - **0 м<sup>2</sup>** будет наблюдаться 100 % гибель организмов зообентоса (толщина слоя наилка – свыше 50 мм).

На площади - **47 м<sup>2</sup>** будет наблюдаться 50 % гибель организмов зообентоса (толщина слоя наилка 50–10 мм).

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 189  |

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                                                                                                     |       |      |      |       |       |       |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                                                                                                | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией                                                                                    |       |      |      |       |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                          |       |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                                | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 6952                                                                                                                                               | 5471  | 4218 | 2882 | 2080  | 1442  | 818   | 480    |
| Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций                                                                    |       |      |      |       |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                          |       |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                                | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1276                                                                                                                                               | 1106  | 940  | 731  | 581   | 443   | 280   | 173    |
| Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)                       |       |      |      |       |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                          |       |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                                | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 13161                                                                                                                                              | 10277 | 7826 | 5250 | 3738  | 2566  | 1490  | 990    |
| Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления) |       |      |      |       |       |       |        |
| Толщина слоя осадка, мм                                                                                                                            |       |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 0,5                                                                                                                                              | ≥ 1   | ≥ 2  | ≥ 5  | ≥ 10  | ≥ 20  | ≥ 50  | ≥ 100  |
| 588                                                                                                                                                | 354   | 183  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси                                         |       |      |      |       |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                                                                                          |       |      |      |       |       |       |        |
| ≥ 5                                                                                                                                                | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 40                                                                                                                                                 | 34    | 28   | 21   | 16    | 11    | 5,6   | 3,1    |

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2080м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **581** мин или **0,40 суток**).  
**Объем в сутки – 2080м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2138м<sup>3</sup>**  
(**4218м<sup>3</sup> – 2080м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **940** мин или **0,65суток**). **Объем в сутки – 2138м<sup>3</sup>**

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 190  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

*В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель*

зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

### Буна №6

#### Устройство котлована тела буны №6

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                            | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |

Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7772                      | 6333 | <b>5120</b> | 3700 | <b>2803</b> | 2018  | 1031  | 489    |

Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |      |            |      |            |       |       |        |
|---------------------------|------|------------|------|------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20       | ≥ 50 | ≥ 100      | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1197                      | 1042 | <b>884</b> | 696  | <b>558</b> | 428   | 283   | 206    |

Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 14888                     | 12115 | <b>9704</b> | 7053 | <b>5416</b> | 4066  | 2526  | 1395   |

Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 1264                    | 810 | 331 | 37  | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 38                        | 32   | 26   | 20   | 16    | 10    | 6,1   | 4,1    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2080м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **581** мин или **0,40** суток).  
**Объем в сутки – 2080м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2138м<sup>3</sup>**  
(**4218м<sup>3</sup> – 2080м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **940** мин или  
**0,65суток**). **Объем в сутки – 2138м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3738м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **4088м<sup>3</sup> (7826 – 3738м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

### Устройство котлована головной части буны №6

| Пороговые концентрации взвешенных частиц, мг/л                                   |      |             |      |             |       |       |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                                                                              | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| Средние объёмы (м <sup>3</sup> ) областей с заданной пороговой концентрацией     |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                        |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                              | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 6702                                                                             | 5328 | <b>4141</b> | 2852 | <b>2073</b> | 1446  | 830   | 493    |
| Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией |      |             |      |             |       |       |        |
| Концентрация взвеси, мг/л                                                        |      |             |      |             |       |       |        |
| ≥ 5                                                                              | ≥ 10 | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1271                                                                             | 1102 | <b>937</b>  | 730  | <b>584</b>  | 450   | 292   | 191    |

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  | 193  |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |



Интегральные объёмы воды (м<sup>3</sup>), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |             |      |             |       |       |        |
|---------------------------|-------|-------------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20        | ≥ 50 | ≥ 100       | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 12721                     | 10023 | <b>7692</b> | 5200 | <b>3714</b> | 2570  | 1512  | 1005   |

Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |          |      |          |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|----------|------|----------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10     | ≥ 20 | ≥ 50     | ≥ 100 |
| 608                     | 375 | 201 | 0   | <b>0</b> | 0    | <b>0</b> | 0     |

Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 40                        | 34   | 28   | 22   | 17    | 12    | 6,3   | 3,7    |

Согласно проведенным расчетам, при разработке грунта средние объёмы областей шлейфа мутности составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **2073м<sup>3</sup>**,  
(время существования областей шельфа **584** мин или **0,40** суток).

**Объем в сутки – 2073м<sup>3</sup>**

– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **2068 м<sup>3</sup>**  
(**4141м<sup>3</sup> – 2073м<sup>3</sup>**). (время существования областей шельфа **937** мин или **0,65суток**). **Объем в сутки – 2068м<sup>3</sup>**

Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят:

– с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) – **3714м<sup>3</sup>**,  
– с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – **3978м<sup>3</sup> (7692 – 3714м<sup>3</sup>)**.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте

|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | – с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) – 3978м <sup>3</sup> (7692 – 3714м <sup>3</sup> ).                         |  |  |  |  |  |
|              |              |              | Для кормового зообентоса не прогнозируется образование                                                                      |  |  |  |  |  |
|              |              |              | участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным                                                            |  |  |  |  |  |
|              |              |              | математического моделирования площади выпадения на дно                                                                      |  |  |  |  |  |
|              |              |              | взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|              |              |              |                                                                                                                             |  |  |  |  |  |

потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

**Буна №6** согласно результатам моделирования распространения и седиментации взвеси, общие средние объемы областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) составляют:  $2080 + 2073 = 4153\text{м}^3$ . Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) составляют:  $2138 + 2068 = 4206\text{м}^3$ .

Общие интегральные объемы областей шлейфов мутности, образующиеся при строительстве Буны №6. Интегральные объёмы воды, протёкшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, составят с концентрацией свыше 100 мг/л (100 % летальность) –  $3738 + 3714 = 7452\text{м}^3$  с концентрацией 100–20 мг/л (50 % летальность) –  $4088 + 3978 = 8066\text{м}^3$ .

В воде с концентрацией взвеси более 100 мг/л прогнозируется 100% снижение продуктивности фитопланктона и 100 % гибель зоопланктонных организмов, в воде с концентрацией взвеси 20–100 мг/л – 50% снижение продуктивности фитопланктона и 50 % гибель зоопланктонных организмов.

Для кормового зообентоса **не прогнозируется** образование участков с летальными величинами толщины осадка. Согласно данным математического моделирования площади выпадения на дно взвешенных веществ с летальной толщиной донных отложений не образуются и в расчете не учитываются. Следовательно, в проекте потери от гибели кормового бентоса под слоем осажденных взвесей отсутствуют.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  | Лист<br>195 |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |             |

**Таким образом, негативное воздействие на водные биоресурсы определяется следующими потерями:**

- от постоянного ухудшения условий нагула молоди обусловленном гибелью зообентоса на площадях, занимаемых при строительстве и реконструкции бун №1-6 - **5431,93м<sup>2</sup>**;

- гибели бентосных организмов на площади отсыпке пляжа в межбунном пространстве, отсыпаемом в море - **16483 м<sup>2</sup>**;

- на площади под отвалом грунта произойдет временная 100 % утрата бентосных организмов. Общая площадь дна моря, затрагиваемая под отвал грунта при устройстве всех бун, составит - **8 688м<sup>2</sup>**;

– от временного ухудшения условий нагула рыб, обусловленное гибелью организмов фитопланктона и зоопланктона, ихтиопланктона в объеме воды, извлекаемой экскаватором с ковшом и краном с грейфером - **447,47 м<sup>3</sup>**.

**– от воздействия повышенной мутности воды:**

- на кормовые организмы фитопланктона в средних объемах областей шлейфов дополнительной мутности с концентрацией более 100 мг/л d=1; с концентрацией 20–100 мг/л d=0,5;

- на кормовые организмы зоопланктона в интегральных объёмах воды, протёкшей через области шлейфа с концентрацией более 100 мг/л d=1; с концентрацией 20–100 мг/л d=0,5;

| № | Наименование объекта | Кормовой орг-м | d= 1  | d = 0,5 |
|---|----------------------|----------------|-------|---------|
| 1 | Буна №1              | Фитопланктон   | 5496  | 5576,6  |
|   |                      | Зоопланктон    | 10792 | 13728   |
| 2 | Буна №2              | Фитопланктон   | 4114  | 4953    |
|   |                      | Зоопланктон    | 8622  | 11783   |
| 3 | Буна №3              | Фитопланктон   | 4441  | 4341    |
|   |                      | Зоопланктон    | 8208  | 8404    |
| 4 | Буна №4              | Фитопланктон   | 7235  | 6436    |

|              |              |              |      |         |      |        |                  |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|------------------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |         |      |        | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |      | Лист |
|              |              |              | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп.            | Дата | 196  |

|   |               |                     |              |                |
|---|---------------|---------------------|--------------|----------------|
|   |               | Зоопланктон         | 13548        | 12171          |
|   |               |                     |              |                |
| 5 | Буна №5       | Фитопланктон        | 5568         | 4806           |
|   |               | Зоопланктон         | 11466        | 9714           |
|   |               |                     |              |                |
| 6 | Буна №6       | Фитопланктон        | 4153         | 4206           |
|   |               | Зоопланктон         | 7452         | 8066           |
|   |               |                     |              |                |
|   | <b>ИТОГО:</b> | <b>Фитопланктон</b> | <b>31007</b> | <b>30318,6</b> |
|   |               | <b>Зоопланктон</b>  | <b>60088</b> | <b>63866</b>   |

- ВОЗДЕЙСТВИЕ на кормовые организмы зообентоса на площадях:  
**47 м<sup>2</sup>**, d=0,5.

**6.1 Потери водных биоресурсов от снижения продуктивности кормовых организмов фитопланктона и зоопланктона, зообентоса и ихтиопланктона в зоне повышенной мутности при строительстве бун**

Ущерб от гибели кормовых организмов, рассчитывается по формулам:

– от гибели фитопланктона:

$$N = B \times P/V_{\text{сут}} \times W_{\text{сут}} \times t_{\text{сут}} \times KE \times (K3/100) \times d \times 10^{-3} \text{ (формула 6a)}$$

– от гибели зоопланктона:

$$N = B \times P/B \times W \times KE \times (K3/100) \times d \times 10^{-3}, \text{ (формула 6b)}$$

где N – потери водных биоресурсов, т;

B – средняя многолетняя для данного сезона величина общей биомассы кормовых организмов, г/м<sup>3</sup>;

$P/V_{\text{сут}} / P/B$  – суточный / общий коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов;

$W_{\text{сут}} / W$  – среднесуточный / общий объем зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов, м<sup>3</sup>;

KE – коэффициент использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая рыбой на формирование массы своего тела) – величина обратная кормового коэффициента (K2)

|              |              |              |      |         |      |        |                  |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|------------------|------|------|
| Изн. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |         |      |        | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |      | Лист |
|              |              |              | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп.            | Дата | 197  |

КЗ – средняя для данной экосистемы и сезона доля использования кормовой базы рыб, %;

d – степень воздействия или доля гибнущих организмов от их общего количества в долях единицы;

Формула 6b также должна использоваться для определения потерь водных биоресурсов от гибели кормового зоопланктона в зоне повышенной концентрации взвешенных веществ буровых отходов, донных осадков при грунтовых работах или других вредных веществ. В формуле 6b вместо коэффициента (1+P/B) должен применяться коэффициент (P/B), если погибшие организмы зоопланктона употребляются в пищу рыбами и (или) беспозвоночными, в том числе при разносе взвеси.

В результате проведения работ в акватории моря произойдет взмучивание донных грунтов, которые будут образовывать зоны с повышенной мутностью.

**\*Согласно приведенных расчетов моделирования распространения взвеси и донных отложений время существования областей шельфа по всем БУНАМ (1-6) не превышает 1 суток. Следовательно, в расчётах продолжительность негативного воздействия зоны (зон) повышенной концентрации взвешенных веществ на фитопланктон (t сут.) принимается продолжительность негативного воздействия 1 сутки.**

В результате проведения работ в акватории моря произойдет взмучивание донных грунтов, которые будут образовывать зоны с повышенной мутностью.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      | 198 |

Расчёт потерь водных биоресурсов вследствие гибели и снижения продуктивности фитопланктона в шлейфах взвеси. Теряемая биомасса водных биоресурсов (фитопланктон) составит:

$$N_{\text{фито100\%}} = 1,042 \times 0,685 \times 31007 \times 1 \times 0,033 \times 0,1 \times 1 \times 10^{-3} = \mathbf{0,073 \text{ кг}}$$

$$N_{\text{фито50\%}} = 1,042 \times 0,685 \times 30318,6 \times 1 \times 0,033 \times 0,1 \times 0,5 \times 10^{-3} = \mathbf{0,036 \text{ кг}}$$

Таким образом, потери водных биоресурсов в шлейфах взвеси от гибели и снижения продуктивности фитопланктона составят  $0,073 + 0,036 = \mathbf{0,11 \text{ кг}}$

При определении потерь водных биоресурсов от гибели и снижения продуктивности *зоопланктона в шлейфах взвеси* (донных осадков, буровых отходов и т. д.) и/или загрязнений химическими веществами в расчёт принимаются величины объёма воды (*W*), протекающей через области шлейфов с летальными концентрациями веществ. Расчёт проводится по формуле 6*b* «Методики ...» (2020). В формуле 6*b* вместо коэффициента  $(1+P/B)$  должен применяться коэффициент  $(P/B)$ , если погибшие организмы зоопланктона употребляются в пищу рыбами и (или) беспозвоночными.

Расчёт потерь водных биоресурсов вследствие гибели и снижения продуктивности зоопланктона в шлейфах взвеси. Теряемая биомасса водных биоресурсов (зоопланктон) составит:

$$N_{\text{зоопл 100\%}} = 0,23 \times 33,4 \times 60088 \times 0,167 \times 0,40 \times 1 \times 10^{-3} = \mathbf{30,83 \text{ кг.}}$$

$$N_{\text{зоопл 50\%}} = 0,23 \times 33,4 \times 63866 \times 0,167 \times 0,40 \times 0,5 \times 10^{-3} = \mathbf{16,38 \text{ кг.}}$$

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 199  |

Таким образом, потери водных биоресурсов в шлейфах взвеси от гибели и снижения продуктивности зоопланктона составят  $30,83 + 16,38 = 47,21 \text{ кг}$

Общие потери фитопланктона и зоопланктона в шлейфах взвеси –  $0,11 + 47,21 = 47,32 \text{ кг}$

**6.1.1 Потери водных биоресурсов от гибели ихтиопланктона в зоне повышенной мутности**

Потери водных биоресурсов (N) от гибели пелагической икры, личинок, ранней молоди рыб и промысловых беспозвоночных (ихтиопланктон) при воздействии взвешенных веществ в воде, источников упругих волн, электроразрядов, электрических и электромагнитных полей, возбуждаемых при геофизических исследованиях, необходимо определять по формуле (5):

$$N = n_{\text{пи}} \times W \times K_1 / 100 \times p \times d \times \Theta \times 10^{-3}$$

где N – потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонна;

$n_{\text{пи}}$  – средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м<sup>3</sup>;

W – объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, м<sup>3</sup>;

K<sub>1</sub> – величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), в %, которая определяется в соответствии с приложением № 2 к приказу Минсельхоза России № 167.

В случае отсутствия в приложении № 2 к приказу Минсельхоза России № 167 коэффициента K<sub>1</sub> допускается принимать значения

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|                  |  |  |  |  |  |

коэффициента  $K_1$  по результатам современных и ранее полученных гидробиологических наблюдений (исследований), опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

100 – показатель перевода процентов в доли единицы;

$p$  – средняя масса одной воспроизводимой особи рыб или других объектов воспроизводства в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1:1, килограмм;

$d$  – степень воздействия или доля гибнущей икры, личинок, ранней молоди от их общего количества (численности) в зоне воздействия, в долях единицы;

$\Theta$  – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов, должна определяться согласно пункту 28 настоящей Методики;

10-3 – показатель перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Потери водных биоресурсов ( $N$ ) от гибели пелагической икры, личинок, ранней молоди рыб и промысловых беспозвоночных (ихтиопланктон) при воздействии взвешенных веществ в воде, источников упругих волн, электроразрядов, электрических и электромагнитных полей, возбуждаемых при геофизических исследованиях, необходимо определять по формуле (5).

Коэффициент  $\Theta$  рассчитывается по формуле:

$$\Theta = T + \sum KB(t=i),$$

где:  $\Theta$  – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 201  |



$T$  – показатель длительности негативного воздействия, в течение которого невозможно или не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы в результате нарушения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов, должен определяться количеством лет и (или) в долях года, принятого за единицу (как отношение п суток/365), вычисляться с точностью до второго знака после запятой;

$\Sigma КБ(t=i)$  - коэффициент длительности восстановления, теряемых водных биоресурсов, определяемый как  $\Sigma КБ(t = i) = 0,5i$  в равных долях года.

За расчетный период принимаются сезоны (месяцы), когда в воде присутствует ихтиопланктон и проводятся работы. В период нереста работы не производятся (май и июнь). Таким образом, общее количество дней присутствия икры и личинок в море с учетом перерывов на нерест составляет – **282,82 суток**.

$$\Theta = 282,82/365 + 0,5 \times 1 = 0,77 + 0,5 = 1,27$$

$$\Theta = 282,82/365 + 0,5 \times 2 = 0,77 + 1 = 1,77$$

$$\Theta = 282,82/365 + 0,5 \times 3 = 0,77 + 1,5 = 2,27$$

$$\Theta = 282,82/365 + 0,5 \times 5 = 0,77 + 2,5 = 3,27$$

$$\Theta = 282,82/365 + 0,5 \times 6 = 0,77 + 3 = 3,77$$

При расчетах использовались данные по средней массе взрослых особей и коэффициенту промвозврата из литературных источников:

- Промысловые рыбы России (сборник), в 2 т. / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по рыболовству, Федер. гос. унитар. предприятие "Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии" (ВНИРО); под ред. О.Ф. Гриценко и др.. - Москва : Изд-во ВНИРО, 2006.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 202  |

- Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. Васильева Е.Д. М., ВНИРО, 2007

К1, – приняты согласно Приказу Минсельхоза РФ №167 от 31.03.2020г «Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам»

Таблица 18 – Расчет потери ихтиопланктона

| Вид потерь                      | $n_{пм},$<br>экз./м <sup>3</sup> | W, м <sup>3</sup> | (K1/100)    | P, кг | d   | Θ    | Потери ВБР, кг |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|-------|-----|------|----------------|
| N хамса икра                    | 0,881                            | 63866             | 0,0001      | 0,01  | 0,5 | 1,27 | 0,035728875710 |
| N хамса личинка                 | 0,056                            | 63866             | 0,001       | 0,01  | 0,5 | 1,27 | 0,022710749600 |
| N барабуля икра                 | 0,317                            | 63866             | 0,0002      | 0,05  | 0,5 | 1,27 | 0,128559064700 |
| N барабуля личинка              | 0,084                            | 63866             | 0,002       | 0,05  | 0,5 | 1,27 | 0,340661244000 |
| N ставрида икра                 | 0,566                            | 63866             | 0,0000004   | 0,03  | 0,5 | 1,27 | 0,000275448949 |
| N ставрида личинка              | 0,042                            | 63866             | 0,000004    | 0,03  | 0,5 | 1,27 | 0,000204396746 |
| N мор. карась икра              | 0,333                            | 63866             | 0,0000004   | 0,1   | 0,5 | 1,77 | 0,000752865181 |
| N арноглоссус лич.              | 0,147                            | 63866             | 0,0025      | 0,12  | 0,5 | 1,27 | 1,788471531000 |
| N темный горбыль икра           | 0,123                            | 63866             | 0,0000004   | 1     | 0,5 | 1,77 | 0,002780853372 |
| N темный горбыль личинка        | 0,003                            | 63866             | 0,000004    | 1     | 0,5 | 1,77 | 0,000678256920 |
| N чер.бычок личинка             | 0,013                            | 63866             | 0,002       | 0,005 | 0,5 | 1,27 | 0,005272138300 |
| N мор. Ерш икра                 | 0,08                             | 63866             | 0,0002      | 0,3   | 0,5 | 2,27 | 0,347941968000 |
| N мор.собачка звонимира личинка | 0,036                            | 63866             | 0,000016    | 0,02  | 0,5 | 1,27 | 0,000467192563 |
| N Ошибень, икра                 | 0,006                            | 63866             | 0,0003      | 0,35  | 0,5 | 1,27 | 0,025549593300 |
| N звездочет, икра               | 0,023                            | 63866             | 0,002       | 0,94  | 0,5 | 1,27 | 1,753594308400 |
| N морской дракон, икра          | 0,011                            | 63866             | 0,002       | 1,2   | 0,5 | 1,77 | 1,492165224000 |
| N мор.язык икра                 | 0,019                            | 63866             | 0,00000003  | 0,1   | 0,5 | 1,77 | 0,000003221720 |
| N мор. язык личинка             | 0,003                            | 63866             | 0,000000003 | 0,1   | 0,5 | 3,77 | 0,000000108349 |
| N каменный окунь икра           | 0,036                            | 63866             | 0,0002      | 0,4   | 0,5 | 1,27 | 0,116798140800 |
| <b>ИТОГО:</b>                   |                                  |                   |             |       |     |      | <b>6,06</b>    |

Таблица 19 – Расчет потери ихтиопланктона

| Вид потерь      | $n_{пм},$<br>экз./м <sup>3</sup> | W, м <sup>3</sup> | (K1/100)  | P, кг | d | Θ    | Потери ВБР, кг |
|-----------------|----------------------------------|-------------------|-----------|-------|---|------|----------------|
| N хамса икра    | 0,881                            | 60088             | 0,0001000 | 0,01  | 1 | 1,27 | 0,06723066056  |
| N хамса личинка | 0,056                            | 60088             | 0,0010000 | 0,01  | 1 | 1,27 | 0,04273458560  |

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

|                                 |       |       |           |       |   |      |               |
|---------------------------------|-------|-------|-----------|-------|---|------|---------------|
| N барабуля икра                 | 0,317 | 60088 | 0,0002000 | 0,05  | 1 | 1,27 | 0,24190827920 |
| N барабуля личинка              | 0,084 | 60088 | 0,0020000 | 0,05  | 1 | 1,27 | 0,64101878400 |
| N ставрида икра                 | 0,566 | 60088 | 0,0000004 | 0,03  | 1 | 1,27 | 0,00051830947 |
| N ставрида личинка              | 0,042 | 60088 | 0,0000040 | 0,03  | 1 | 1,27 | 0,00038461127 |
| N мор. карась икра              | 0,333 | 60088 | 0,0000004 | 0,1   | 1 | 1,77 | 0,00141665872 |
| N арноглоссус лич.              | 0,147 | 60088 | 0,0025000 | 0,12  | 1 | 1,27 | 3,36534861600 |
| N темный горбыль икра           | 0,123 | 60088 | 0,0000004 | 1     | 1 | 1,77 | 0,00523270339 |
| N темный горбыль личинка        | 0,003 | 60088 | 0,0000040 | 1     | 1 | 1,77 | 0,00127626912 |
| N чер.бычок личинка             | 0,013 | 60088 | 0,0020000 | 0,005 | 1 | 1,27 | 0,00992052880 |
| N мор. Ерш икра                 | 0,08  | 60088 | 0,0002000 | 0,3   | 1 | 2,27 | 0,65471884800 |
| N мор.собачка звонимира личинка | 0,036 | 60088 | 0,0000160 | 0,02  | 1 | 1,27 | 0,00087911148 |
| N Ошибень, икра                 | 0,006 | 60088 | 0,0003000 | 0,35  | 1 | 1,27 | 0,04807640880 |
| N звездочет, икра               | 0,023 | 60088 | 0,0020000 | 0,94  | 1 | 1,27 | 3,29972050240 |
| N морской дракон, икра          | 0,011 | 60088 | 0,0020000 | 1,2   | 1 | 1,77 | 2,80779206400 |
| N мор.язык икра                 | 0,019 | 60088 | 0,0000000 | 0,1   | 1 | 1,77 | 0,00000606228 |
| N мор. язык личинка             | 0,003 | 60088 | 0,0000000 | 0,1   | 1 | 3,77 | 0,00000020388 |
| N каменный окунь икра           | 0,036 | 60088 | 0,0002000 | 0,4   | 1 | 1,27 | 0,21977786880 |
| <b>ИТОГО:</b>                   |       |       |           |       |   |      | <b>11,41</b>  |

Общие потери ихтиопланктона при проведении работ в шлейфе мутности составят:  $6,06 + 11,41 = 17,47$  кг.

### 6.1.2 Потери ВБР от гибели кормовых организмов бентоса в зоне осадения взвеси (мутности)

Потери (размер вреда) водных биоресурсов (N) от гибели кормового бентоса, если погибшие организмы кормового бентоса недоступны для использования в пищу рыбами и (или) другими его потребителями, следует рассчитывать по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B) \times S \times K_E \times K_3/100 \times d \times \theta \times 10^{-3}, \quad (\text{формула 7})$$

или по формуле 7а:

$$N = B \times P/B \times S \times K_E \times K_3/100 \times d \times \Theta \times 10^{-3}$$

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 204  |

$N$  - потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

$B$  - средняя в период (сезон) воздействия величина биомассы кормовых организмов бентоса на участке воздействия, г/м<sup>2</sup>;

$P/B$  - годовой коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

$S$  - площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, м<sup>2</sup>;

$K_E$  - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

$K_3$  - коэффициент использования кормовой базы рыбами-бентофагами и другими бентофагами, используемыми в целях рыболовства, %;

100 - показатель перевода процентов в доли единицы;

$d$  - степень воздействия или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

$\theta$  - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной биомассы) теряемых организмов кормового бентоса, должна определяться согласно пункту 28 настоящей Методики;

$10^{-3}$  - множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Показатель коэффициента использования кормовой базы ( $K_E$ ) является обратной величиной кормового коэффициента ( $K_2$ ), то есть  $K_E = 1/K_2$ .

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 205 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |     |

Значения коэффициентов  $K_2$ ,  $K_3$  и  $P/B$  приведены в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 и настоящей Методике.

Величину повышающего коэффициента ( $\Theta$ ), учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов до исходной численности, биомассы, их кормовой базы (кормовой бентос), площадей зимовки, продуктивности нерестилищ (в том числе пойменных), общей рыбопродуктивности поймы, исходных характеристик водосборного бассейна, влияющих на водный сток с поверхности водосборного бассейна и общую рыбопродуктивность водных объектов, следует определять по формуле:

$$\Theta = T + \sum K_{B(t=i)}, \quad (\text{формула 8})$$

где:

$\Theta$  - величина повышающего коэффициента;

$T$  - показатель длительности негативного воздействия, в течение которого невозможно или не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы в результате нарушения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов, должен определяться количеством лет и(или) в долях года, принятого за единицу (как отношение  $n$  суток/365), вычисляться с точностью до второго знака после запятой;

$\sum K_{B(t=i)}$  - коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов, определяемый как  $K_{(t=i)} = 0,5i$ , где  $i$  равно числу лет с даты прекращения негативного воздействия.

В случае, если последствия негативного воздействия носят постоянный характер, коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов  $\sum K_{B(t=i)}$  равен нулю, а коэффициент ( $\Theta$ ) следует учитывать и принимать равным показателю ( $T$ ).

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 206  |

Длительность восстановления с даты прекращения негативного воздействия ( $i$  лет) для бентосных кормовых организмов составляет 3 года. Следовательно,  $\Sigma Kt = i = 0,5 \times 3 = 1,5$ .

На площади работ под коллектор **47м<sup>2</sup>**, произойдет временная 50 % утрата бентосных организмов, которые не будут доступны в пищу рыбам-бентофагам по причине их изъятия из водотока.

Общая продолжительность работ в морской части – **448 суток**. До окончания работ восстановление бентоса происходить не будет, таким образом:

$$\Sigma Kt = i = 0,5 \times 3 = 1,5.$$

$$\Theta_{\text{времен}} = 448/365 + 1,5 = 2,73.$$

Степень негативного воздействия, при которой происходит частичная или полная гибель бентосных организмов под слоем грунта, образовавшимся в результате осадения повышенной концентрации взвешенных веществ, составляет: 50%-ная гибель организмов бентоса (за исключением ракообразных и зарывающихся моллюсков) происходит при толщине донных отложений от 1 до 5 см. Площадь покрываемая осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины за пределами участка дноуглубления составит **47 м<sup>2</sup>** произойдет 50 % утрата бентосных организмов.

При величине слоя наилка 10-50 мм кормовые организмы зообентоса **могут быть** употреблены в пищу рыбами, используем формулу 7а «Методики...» (2020).

$$N_{\text{бент.50\%}} = 18,4 \times 2,6 \times 47 \times 0,167 \times 0,55 \times 0,5 \times 2,73 \times 10^{-3} = \mathbf{0,28\text{кг.}}$$

Общий вред при реализации проекта, наносимый водным биоресурсам водотока рыбохозяйственного значения работами по

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 207  |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

объекту, определяется ухудшением условий нагула рыб, вызываемых гибелью кормовых организмов и ихтиопланктона в зоне повышенной мутности составляет:

$$N_{\text{общ}} = 47,32 + 17,47 + 0,28 = 65,07 \text{ кг}$$

## 6.2 Потери ВБР от гибели кормовых организмов бентоса на площадях повреждения дна водного объекта при строительстве и реконструкции бун (1-6)

Потери (размер вреда) водных биоресурсов (N) от гибели кормового бентоса, если погибшие организмы кормового бентоса недоступны для использования в пищу рыбами и (или) другими его потребителями, следует рассчитывать по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B) \times S \times K_E \times K_3/100 \times d \times \theta \times 10^{-3}, \quad (\text{формула 7})$$

или по формуле 7а:

$$N = B \times P/B \times S \times K_E \times K_3/100 \times d \times \Theta \times 10^{-3}$$

N - потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

B - средняя в период (сезон) воздействия величина биомассы кормовых организмов бентоса на участке воздействия, г/м<sup>2</sup>;

P/B - годовой коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

S - площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, м<sup>2</sup>;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 208 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |     |

$K_E$  - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

$K_3$  - коэффициент использования кормовой базы рыбами-бентофагами и другими бентофагами, используемыми в целях рыболовства, %;

100 - показатель перевода процентов в доли единицы;

$d$  - степень воздействия или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

$\theta$  - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной биомассы) теряемых организмов кормового бентоса, должна определяться согласно пункту 28 настоящей Методики;

$10^{-3}$  - множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Показатель коэффициента использования кормовой базы ( $K_E$ ) является обратной величиной кормового коэффициента ( $K_2$ ), то есть  $K_E = 1/K_2$ .

Значения коэффициентов  $K_2$ ,  $K_3$  и  $P/B$  приведены в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 и настоящей Методике.

Величину повышающего коэффициента ( $\theta$ ), учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов до исходной численности, биомассы, их кормовой базы (кормовой бентос), площадей зимовки, продуктивности нерестилищ (в том числе пойменных), общей рыбопродуктивности поймы, исходных характеристик водосборного бассейна, влияющих на водный сток с поверхности водосборного

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 209  |



бассейна и общую рыбопродуктивность водных объектов, следует определять по формуле:

$$\Theta = T + \sum K_{B(t=i)}, \quad (\text{формула 8})$$

где:

$\Theta$  - величина повышающего коэффициента;

$T$  - показатель длительности негативного воздействия, в течение которого невозможно или не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы в результате нарушения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов, должен определяться количеством лет и(или) в долях года, принятого за единицу (как отношение  $n$  суток/365), вычисляться с точностью до второго знака после запятой;

$\sum K_{B(t=i)}$  - коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов, определяемый как  $K_{(t=i)} = 0,5i$ , где  $i$  равно числу лет с даты прекращения негативного воздействия.

В случае, если последствия негативного воздействия носят постоянный характер, коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов  $\sum K_{B(t=i)}$  равен нулю, а коэффициент ( $\Theta$ ) следует учитывать и принимать равным показателю ( $T$ ).

Длительность восстановления с даты прекращения негативного воздействия ( $i$  лет) для бентосных кормовых организмов составляет 3 года. Следовательно,  $\sum Kt = i = 0,5 \times 3 = 1,5$ .

| Наименование   | Монолитный ж.б. блок, м <sup>2</sup> | Отсыпка вдоль тела буны, камнем кр. 300-400 мм, м <sup>2</sup> | Каменная призма, укладка камня размерами 400-600 мм, м <sup>2</sup> | Увеличение тела буны, м <sup>2</sup> |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Буна №1</b> | 61,1                                 | 505                                                            | 53,25                                                               | 408,15                               |
| <b>Буна №2</b> | 61,1                                 | 512                                                            | -                                                                   | 408,15                               |
| <b>Буна №3</b> | 61,1                                 | 505                                                            | -                                                                   | 113,925+ 65,965                      |
| <b>Буна №4</b> | 103,87                               | 633                                                            | -                                                                   | 85,255+67,215                        |
| <b>Буна №5</b> | 61,1                                 | 611                                                            | -                                                                   | 309,625                              |

|      |              |              |              |                  |      |  |  |  |  |      |
|------|--------------|--------------|--------------|------------------|------|--|--|--|--|------|
| Изм. | Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |      |  |  |  |  | Лист |
|      |              |              |              |                  |      |  |  |  |  | 210  |
| Изм. | Кол.уч.      | Лист         | № док.       | Подп.            | Дата |  |  |  |  |      |

|         |                 |                 |                 |                 |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Буна №6 | 61,1            | 529             | 103,68          | 11,625+100,724  |
| ИТОГО   | 409,37          | 3295,0          | 156,93          | 1570,63         |
|         | Постоянное воз. | Постоянное воз. | Постоянное воз. | Постоянное воз. |

Общая продолжительность работ основного периода – **20,18 суток.**

До окончания работ восстановление бентоса происходить не будет, таким образом:

Нормативный срок службы гидротехнических сооружений III класса – **50 лет** (СП 58.13330.2019).

***В соответствии с Протоколом совещания Управления контроля, надзора и рыбоохраны ФАР от 22.06.2023г при отсыпке в водоемы каменной наброски (щебня) фракцией более 40мм, а также при укреплении укладкой сплошных покрытий, бетонированием, габионами то потери водных биоресурсов от проведения работ в рамках такой деятельности относить к постоянному воздействию.***

Воздействие носит **постоянный характер**, в течение производства работ.

$T = 20,18/365 + 50 = 50,05$

$\Theta \text{ пост} = 50,05 + 0 = 50,05$

Постоянный вред от гибели зообентоса на площадях повреждения дна составит:

$N_{\text{бент.постоянный}} = 18,4 \times (1+2,6) \times 5431,93 \times 0,167 \times 0,55 \times 1 \times 50,05 \times 10^{-3} = \mathbf{1\ 654,08\ \text{кг.}}$

Общий вред водным биоресурсам от гибели бентоса составит **1 654,08кг.**

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 211  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

6.3 Расчет вреда водным биоресурсам вследствие гибели бентоса при отсыпке пляжа

При отсыпке пляжа предусмотрена отсыпка пляжа галькой фр. 40-70 мм.

**Площадь пляжа, отсыпаемая в море - 16483 м².**

Согласно п.9 Методики... (2020), Определение таких зон негативного воздействия **не требуется** при устройстве и извлечении шпунтовых стенок, устоев, свай и свайных оснований, бурении внутри свай, бурении скважин без размещения выбуренной породы на дне, установке и подъеме мертвых якорей, бриделей, устройстве бун, отсыпке щебня крупной фракции (от 40 до 70 мм и более) и камня, укладке и подъеме габионов, железобетонных плит, геоматов, расчистке дна водолазами и разравнивании ими отсыпанного грунта вручную (без применения гидромониторов), переезде техники через водные объекты и других видах планируемой деятельности, не связанных с разработкой грунта дна и берегов водных объектов рыбохозяйственного значения.

Таким образом, поступление взвешенных веществ при отсыпке пляжа галькой фракции 40-70мм не прогнозируется и не рассчитывается.

В результате отсыпки пляжа в акватории моря произойдет отторжение территории в размере 16483м² на которой произойдет гибель бентосных организмов.

***В соответствии с Протоколом совещания Управления контроля, надзора и рыбоохраны ФАР от 22.06.2023г при отсыпке в водоемы каменной наброски (щебня) фракцией более 40мм, а также при укреплении укладкой сплошных покрытий, бетонированием, габионами то потери водных биоресурсов от***

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 212  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

**проведения работ в рамках такой деятельности относить к постоянному воздействию.**

Общая продолжительность работ основного периода – **145 суток.**  
Нормативный срок службы гидротехнических сооружений III класса – **50 лет** (СП 58.13330.2019).

В случае, если последствия негативного воздействия носят постоянный характер, коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов  $\sum KB(t=i)$  равен нулю, а коэффициент  $\Theta$  следует учитывать и принимать равным показателю (Т).

Воздействие носит **постоянный характер**, в течение производства работ.

$T = 145/365 + 50 = 50,40$                        $\sum KB(t=i) = 0$   
 $\Theta_{\text{пост}} = 50,40 + 0 = \mathbf{50,40}.$

Постоянный вред от гибели зообентоса на площадях повреждения дна составит:

$N_{\text{бент.постоянный}} = 18,4 \times (1+2,6) \times 16483 \times 0,167 \times 0,55 \times 1 \times 50,40 \times 10^{-3} = \mathbf{5\,054,36\,кг.}$

**6.4 Расчет вреда водным биоресурсам вследствие гибели бентоса при отсыпке грунта в отвал при сооружении бун (1-6)**

Проектными решениями принято отвал грунта при сооружении бун **под водой рядом с бунами.** Общая площадь дна моря, затрагиваемая под отвал грунта при устройстве всех бун, составит - **8 688м².** На площади под отвалом грунта произойдет временная 100 % утрата бентосных организмов, которые не будут доступны в пищу рыбам-бентофагам по причине их изъятия из водотока.

Общая продолжительность работ основного периода – 448 суток.

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
|      |         |      |        |       |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 213  |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

До окончания работ восстановление бентоса происходить не будет.

Воздействие носит **временный характер**, в течение производства работ.

$$T = 448/365 = 1,23 \quad \Sigma K_{B(t=i)} = 3 \times 0,5 = 1,5$$

$$\Theta_{\text{врем}} = 1,23 + 1,5 = \mathbf{2,73}$$

Временный вред от гибели зообентоса на площадях повреждения дна составит:

$$N_{\text{бент.времен}} = 18,4 \times (1+2,6) \times 8688 \times 0,167 \times 0,55 \times 1 \times 2,73 \times 10^{-3} = \mathbf{144,30 \text{ кг.}}$$

### 6.5 Потери ВБР от гибели кормовой базы рыб при работе экскаватора с ковшом и крана с грейфером при устройстве бун (1-6)

Потери водных биоресурсов ( $N$ ) от гибели фитопланктона при использовании водных ресурсов водного объекта (заборе воды) следует определять при наличии в водном объекте рыб, питающихся фитопланктоном, с учетом средних суточных объемов водозабора ( $W_{\text{сут}}$ ), суточного  $P$ -коэффициента для соответствующего сезона или сезонов по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B_{\text{сут}}) \times W_{\text{сут}} \times t_{\text{сут}} \times K_E \times K_3/100 \times d \times 10^{-3}, \quad (\text{формула 6})$$

$N$  - потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

$B$  - средняя за период воздействия (месяцы, сезоны) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов,  $\text{г/м}^3$ ;

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 214  |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |

|               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| Интв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|               |              |              |

( $W_{\text{сум}}$ ), суточного  $P$ -коэффициента для соответствующего сезона или сезонов по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B_{\text{сут}}) \times W_{\text{сут}} \times t_{\text{сут}} \times K_E \times K_3/100 \times d \times 10^{-3}, \quad (\text{формула 6})$$

$N$  - потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

$B$  - средняя за период воздействия (месяцы, сезоны) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов,  $\text{г/м}^3$ ;

$P/B_{\text{сут}}$  - средний суточный продукционный коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в их продукцию, характерный для сезона (сезонов) года в период производства работ;

$W_{\text{сут}}$  - средний суточный объем используемых водных ресурсов, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{сут}}$  - продолжительность забора воды, сутки;

$K_E$  - коэффициент эффективности использования пищи на рост;

$K_3$  - средняя доля использования кормовой базы рыбами, %;

100 - показатель перевода процентов в доли единицы;

$d$  - степень воздействия или доля гибнущих организмов от общего их количества (биомассы), в долях единицы;

$10^{-3}$  - показатель перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Потери водных биоресурсов от гибели кормовых организмов зоопланктона, в том числе автохтонных и аллохтонных организмов, а также мелкого нектона, который используется в пищу хищными рыбами или другими водными биоресурсами, при использовании водных ресурсов водного объекта (N) (заборе воды, работе перекачивающих насосов, турбин гидроэлектростанций и других гидротехнических сооружений) следует рассчитывать по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B) \times W \times K_E \times K_3/100 \times d \times 10^{-3}, \quad (\text{формула 6b})$$

где:

N - потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

B - средняя многолетняя для данного сезона (сезонов, года) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, г/м<sup>3</sup>;

$P/B$  - сезонный или средний сезонный за год коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 215  |

$W$  - объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель кормовых планктонных организмов,  $\text{м}^3$ ;

$K_E$  - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

$K_3$  - средняя доля использования кормовой базы потребителями зоопланктона и/или организмов дрефты, %;

$d$  - степень воздействия или доля гибнущих организмов от общего их количества, в долях единицы;

$10^{-3}$  – показатель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Показатель коэффициента использования кормовой базы ( $K_E$ ) является обратной величиной кормового коэффициента ( $K_2$ ), то есть  $K_E = 1/K_2$ .

Значения коэффициентов  $K_2$ ,  $K_3$  и  $P/B$  приведены в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 и настоящей Методике.

*При выполнении работ экскаватором и краном с грейфером планктонные кормовые организмы полностью погибнут (100 % гибель) в объеме воды, входящий в состав пульпы.*

Работы выполняются экскаватором на понтоне с ковшем ёмкостью  $0,6 \text{ м}^3$  и краном с грейфером  $3 \text{ м}^3$ . Объемы изымаемого грунта составит –  $4027,3 \text{ м}^3$

Соотношение вода:грунт, для ковша и грейфера – 10:90%. Следовательно, при работе экскаватора (морская часть), попутно забирается морская вода, в объеме –  $447,47 \text{ м}^3$ , при работе экскаватора и крана.

Так как Черное море является водоемом, в котором нерест того или иного вида ихтиофауны, происходит круглогодично, а период работ в акватории, планируется на протяжении 12 месяцев, за исключением

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 216  |

период нереста, из **предосторожного** подхода, в расчет потерь ихтиопланктона, принимается весь объем забираемой морской воды.

Таким образом гибель кормовых организмов и ихтиопланктона прогнозируется в объеме забираемой воды – **447,47 м³**.

Время, затрачиваемое на выполнение дноуглубительных работ (основание бун), принимаем согласно проектным решениям – **20,18 суток**. (среднесуточный объем забора воды – **22,17 м³**),

**Вред от гибели фито-, зоопланктона в объеме забираемой воды:**

Вред от гибели фитопланктона составит:

$$N_{\text{фит}} = 1,042 \times (1+0,685) \times 20,18 \times 22,17 \times 0,033 \times 0,10 \times 1 \times 10^{-3} = 0,002 \text{ кг.}$$

Вред от гибели зоопланктона будет равен:

$$N_{\text{зоопл}} = 0,23 \times (1+33,4) \times 447,47 \times 0,167 \times 0,40 \times 1 \times 10^{-3} = 0,24 \text{ кг.}$$

**Вред от гибели ихтиопланктона при заборе водногрунтовой смеси:**

Размер вреда от гибели ихтиопланктона (пелагической икры, личинок, ранней молоди), при водозаборе (в данном случае землеройной техникой), для которого эффективность рыбозащитного устройства равна нулю, исчисляется по формуле:

$$N = n_{\text{пи}} \times W \times (K_1/100) \times p \times \Theta \times 10^{-3}, \text{ где:}$$

$N$  – потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;

$n_{\text{пи}}$  – средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м³;

$W$  – объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, которые используются или могут быть использованы в целях рыболовства, м³;

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 217  |



$K_1$  – величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), в %, которая определяется в соответствии с приложением № 2 к приказу Минсельхоза России № 167;

$p$  – средняя масса одной воспроизводимой особи рыб или других объектов воспроизводства в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1:1, килограмм;

$\Theta$  – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов, должна определяться согласно пункту 28 настоящей Методики;

$10^{-3}$  – множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

За расчетный период принимаются сезоны (месяцы), когда в воде присутствует ихтиопланктон и проводятся работы. В период нереста работы не производятся (май и июнь). Таким образом, общее количество дней присутствия икры и личинок в море с учетом перерывов на нерест составляет – **20,18 суток**.

За основу приняты данные Н.П. Студиград (2020) по количеству икра и личинки в районе порта Тамань по численности (экз./100м<sup>3</sup>) ихтиопланктона в летний период 2017-2018 гг. у юго-западного побережья Таманского полуострова.

При расчете величины повышающего коэффициента учитывали продолжительность *фактического присутствия ихтиопланктона (пелагической икры, личинок, ранней молоди)* и средний возраст достижения промысловых размеров рыб - объектов рыболовства. Для рыб, средний возраст достижения промысловых размеров которых 1, 2, 3 года, значение повышающего коэффициента составляет:

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 1 = 0,05 + 0,5 = 0,55$$

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 218  |

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 2 = 0,05 + 1 = 1,05$$

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 3 = 0,05 + 1,5 = 1,55$$

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 4 = 0,05 + 2 = 2,05$$

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 5 = 0,05 + 2,5 = 2,55$$

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 6 = 0,05 + 3 = 3,05$$

$$\Theta = 20,18/365 + 0,5 \times 8 = 0,05 + 4 = 4,05$$

При расчетах использовались данные по средней массе взрослых особей и коэффициенту промвозврата из литературных источников:

- Промысловые рыбы России (сборник), в 2 т. / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по рыболовству, Федер. гос. унитар. предприятие "Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии" (ВНИРО); под ред. О.Ф. Гриценко и др.. - Москва : Изд-во ВНИРО, 2006.

- Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. Васильева Е.Д. М., ВНИРО, 2007

K1, – приняты согласно Приказу Минсельхоза РФ №167 от 31.03.2020г «[Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам](#)»

Таблица 20 – Расчет потери ихтиопланктона

| Вид потерь         | ппм,<br>экз./м <sup>3</sup> | W, м <sup>3</sup> | (K1/100)  | P, кг | Θ    | Потери ВБР,<br>кг  |
|--------------------|-----------------------------|-------------------|-----------|-------|------|--------------------|
| N хамса икра       | 0,881                       | 447,47            | 0,0001    | 0,01  | 0,55 | 0,00021682158<br>9 |
| N хамса личинка    | 0,056                       | 447,47            | 0,001     | 0,01  | 0,55 | 0,00013782076<br>0 |
| N барабуля икра    | 0,317                       | 447,47            | 0,0002    | 0,05  | 0,55 | 0,00078016394<br>5 |
| N барабуля личинка | 0,084                       | 447,47            | 0,002     | 0,05  | 0,55 | 0,00206731140<br>0 |
| N ставрида икра    | 0,566                       | 447,47            | 0,0000004 | 0,03  | 0,55 | 0,00000167156<br>9 |
| N ставрида личинка | 0,042                       | 447,47            | 0,000004  | 0,03  | 0,55 | 0,00000124038<br>7 |
| N мор. карась икра | 0,333                       | 447,47            | 0,0000004 | 0,1   | 1,05 | 0,00000625831<br>5 |

|              |              |              |                  |         |      |        |       |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |         |      |        |       |      | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |         |      |        |       |      |      |
|              |              |              | Изм.             | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |      |

|                                 |       |        |             |       |      |                |
|---------------------------------|-------|--------|-------------|-------|------|----------------|
| Н арноглоссус лич.              | 0,147 | 447,47 | 0,0025      | 0,12  | 0,55 | 0,010853384850 |
| Н темный горбыль икра           | 0,123 | 447,47 | 0,0000004   | 1     | 1,05 | 0,000023116300 |
| Н темный горбыль личинка        | 0,003 | 447,47 | 0,000004    | 1     | 1,05 | 0,000005638122 |
| Н чер.бычок личинка             | 0,013 | 447,47 | 0,002       | 0,005 | 0,55 | 0,000031994105 |
| Н мор. Ерш икра                 | 0,08  | 447,47 | 0,0002      | 0,3   | 1,55 | 0,003329176800 |
| Н мор.собачка звонимира личинка | 0,036 | 447,47 | 0,000016    | 0,02  | 0,55 | 0,000002835170 |
| Н Ошибень, икра                 | 0,006 | 447,47 | 0,0003      | 0,35  | 0,55 | 0,000155048355 |
| Н звездочет, икра               | 0,023 | 447,47 | 0,002       | 0,94  | 0,55 | 0,010641731540 |
| Н морской дракон, икра          | 0,011 | 447,47 | 0,002       | 1,2   | 1,05 | 0,012403868400 |
| Н мор.язык икра                 | 0,019 | 447,47 | 0,00000003  | 0,1   | 1,05 | 0,000000026781 |
| Н мор. язык личинка             | 0,003 | 447,47 | 0,000000003 | 0,1   | 3,05 | 0,000000001228 |
| Н каменный окунь икра           | 0,036 | 447,47 | 0,0002      | 0,4   | 0,55 | 0,000708792480 |
| <b>ИТОГО:</b>                   |       |        |             |       |      | <b>0,041</b>   |

Общие потери ВБР от гибели кормовой базы рыб в водогрунтовой смеси, извлекаемой землеройной техникой, составят:

$$\text{Нобщ} = 0,002 + 0,24 + 0,041 = \mathbf{0,28 \text{ кг}}$$

Общий вред при реализации проекта, наносимый водным биоресурсам водотока рыбохозяйственного значения работами по объекту, определяется ухудшением условий нагула рыб, вызываемых гибелью кормовых организмов и ихтиопланктона в зоне повышенной мутности составляет:

$$\text{Нобщ} = 65,07 + 1654,08 + 5054,36 + 144,30 + 0,28 = \mathbf{6\,918,10 \text{ кг}}$$

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 220  |

## 7 Мероприятия по компенсации вреда, наносимого водным биоресурсам

В соответствии с п. 32 «Методики ...» (2020), Мероприятия по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биоресурсов и среды их обитания, направленные на восстановление их нарушаемого состояния (далее - восстановительные мероприятия), предусматривается осуществляться посредством искусственного воспроизводства водных биоресурсов.

По п. 33 «Методики ...» (2020), проведение восстановительных мероприятий планируется в том водном объекте или рыбохозяйственном бассейне, в котором будет осуществляться намечаемая деятельность и в отношении тех видов водных биоресурсов и среды их обитания (места нереста, зимовки, нагула, пути миграции), которые будут утрачены в результате негативного воздействия такой деятельности.

При планировании восстановительных мероприятий (п. 35 действующей Методики), осуществляемых посредством искусственного воспроизводства, применяются сведения Росрыболовства о приоритетности восстановления запасов видов водных биоресурсов в водном объекте и данных о приемной емкости водного объекта, в который выпускаются личинки и (или) молодь водных биоресурсов, а также сведения о существующих производственных мощностях в рыбохозяйственном бассейне, в котором планируется проведение компенсационных мероприятий.

Расчет количества личинок или молоди рыб (других водных биоресурсов), необходимого для восстановления нарушаемого состояния водных биоресурсов (NM) посредством их искусственного воспроизводства, выполняется по формуле (12):

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 221  |

$$N_M = N / (p \times Ki) \times 100,$$

где  $N_M$  - количество личинок или молоди рыб (других водных биоресурсов), экземпляры;

$N$  - суммарные потери (размер вреда) водных биоресурсов за период воздействия планируемой деятельности (включая период восстановления водных биоресурсов по окончании воздействия), килограмм или тонн;

$p$  - средняя масса одной воспроизводимой особи рыб (или других объектов воспроизводства) в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1:1, килограмм;

$Ki$  - величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), в %, которая определяется в соответствии с приложением № 2 к приказу Минсельхоза России №167.

Компенсационные мероприятия по восстановлению потерь водных биоресурсов водотоков Азово-Черноморского бассейна целесообразно проводить путём искусственного воспроизводства и выпуска в водные объекты молоди рыб.

Принимая во внимание принцип преимущественного восстановления водных биоресурсов, которым причиняется вред, с учётом возможности их воспроизводства в регионе, приказы Федерального агентства по рыболовству №688 от 12.07.2011 г. и №640 от 01.08.2012 г., а также Рекомендации Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») в целях формирования плана проведения мероприятий по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне на 2021-2023гг.» (протокол № 45 от 27.07.2020), утверждённого Учёным советом ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (Приложение №5), для компенсации потерь водных биоресурсов поверхностных водных объектов района работ предлагается провести разовый выпуск в

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 222  |

естественные водоёмы рыбохозяйственного значения молоди (сеголеток) одного из трёх видов рыб:

- черноморской кумжи (черноморского лосося) навеской не менее 3,0 г;
- русского осетра средней навеской не менее 2,5 г;
- севрюги навеской не менее 1,5 г.

*1. Компенсационные мероприятия по выращиванию и выпуску молоди черноморской кумжи (черноморского лосося).*

Молодь черноморского лосося (кумжи) рекомендуется использовать для выпуска в нерестовые реки Азово-Черноморского бассейна.

Расчёт необходимого количества молоди проводится на основании установленного в приложении № 2 к приказу Минсельхоза России №167 коэффициента промыслового возврата от молоди черноморского лосося (кумжи) навеской 3,0 г, равного 0,5 %, и средней массы производителей – 3,5 кг, определяемой в соответствии с «Биотехническими показателями рыбоводного хозяйства по выращиванию молоди (личинки) для пользователей водных биоресурсов, планирующих осуществлять искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов», утв. Приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 г. N 25 с изменениями, утверждёнными приказом МСХ РФ №377 от 25 августа 2015 г.

Для получения промыслового возврата в объёме 6 918,10 кг необходимо осуществить в качестве компенсационного мероприятия выпуск:

$$N = 6\,918,10 \text{ кг} / (3,5 \text{ кг} \times 0,5) \times 100 = \mathbf{395\,320 \text{ шт.}}$$
 молоди черноморской кумжи (черноморского лосося) средней навеской не менее 3,0 г.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 223  |

## 2. Компенсационные мероприятия по выращиванию и выпуску молоди русского осетра

Расчёт необходимого количества молоди проводится на основании установленного в приложении № 2 к приказу Минсельхоза России №167 коэффициента промыслового возврата от молоди русского осетра навеской 3,0 г, равного 0,6 %, и средней массы производителей – 15 кг, определяемой в соответствии с «Биотехническими показателями рыбоводного хозяйства по выращиванию молоди (личинок) для пользователей водных биоресурсов, планирующих осуществлять искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов», утв. Приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 г. N 25 с изменениями, утверждёнными приказом МСХ РФ №377 от 25 августа 2015 г.

Для получения промыслового возврата в объёме 6 918,10 кг необходимо осуществить в качестве компенсационного мероприятия выпуск:

$$N = 6\,918,10 \text{ кг} / (15 \text{ кг} \times 0,6) \times 100 = \mathbf{76\,868 \text{ шт.}}$$
 сеголеток русского осетра средней навеской не менее 2,5 г.

## 2. Компенсационные мероприятия по выращиванию и выпуску молоди севрюги

Расчёт необходимого количества молоди проводится на основании установленного в приложении № 2 к приказу Минсельхоза России №167 коэффициента промыслового возврата от молоди севрюги навеской 1,5 г, равного 0,5 %, и средней массы производителей – 9,5 кг, определяемой в соответствии с «Биотехническими показателями рыбоводного хозяйства по выращиванию молоди (личинок) для пользователей водных биоресурсов, планирующих осуществлять искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов», утв.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>224 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

Приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 г. N 25 с изменениями, утверждёнными приказом МСХ РФ №377 от 25 августа 2015 г.

Для получения промыслового возврата в объёме 6 918,10 кг необходимо осуществить в качестве компенсационного мероприятия выпуск:

$N = 6\,918,10 \text{ кг} / (9,5 \text{ кг} \times 0,5) \times 100 = \mathbf{145\,645 \text{ шт.}}$  сеголеток севрюги средней навеской не менее 1,5 г.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|-----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |     |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      | 225 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |     |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |      |     |



## 8 Мероприятия, направленные на снижение уровня негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации, утвержденным Федеральным законом от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ в границах водоохранных зон допускается размещение и эксплуатация хозяйственных и иных объектов, в том числе некапитальных строений при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

**Водоохранная зона.** Согласно п. 1 ст. 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.), водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озёр, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Ширина водоохранной зоны Черного моря, в соответствии с ч. 8 статьи 65 Водного кодекса Российской Федерации (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.), составляет 500 м: «Ширина водоохранной зоны моря составляет пятьсот метров».

В границах водоохранных зон не будут проводиться следующие виды работ, запрещённые п. 15 статьи 65 Водного кодекса (№ 74-ФЗ, от 03.06.2006):

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 226  |

- 1) использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв;
- 2) размещение кладбищ, скотомогильников, объектов размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов;
- 3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредными организмами;
- 4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;
- 5) размещение автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов, станций технического обслуживания, используемых для технического осмотра и ремонта транспортных средств, осуществление мойки транспортных средств;
- 6) размещение специализированных хранилищ пестицидов и агрохимикатов, применение пестицидов и агрохимикатов;
- 7) сброс сточных, в том числе дренажных, вод;
- 8) разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых.

**Прибрежные защитные полосы.** Согласно ч. 2 статьи 65 Водного кодекса Российской Федерации (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.), в границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Ширина прибрежной защитной полосы Черного моря, на рассматриваемом участке, согласно части 11 статьи 65 Водного кодекса РФ №74-ФЗ от 03.06.2006, может быть установлена в размере 50 м.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 227  |

В границах прибрежных защитных полос (ПЗП), наряду с установленными частью 15 статьи 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ) ограничениями, не будут проводиться следующие виды работ, запрещённые частью 15 статьи 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ):

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Соблюдение данных ограничений на проведение работ в водоохраных, рыбоохраных зонах и прибрежных защитных полосах водных объектов, предусмотренных проектными материалами, является составной частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий и позволяет минимизировать отрицательное воздействие на водные биоресурсы в период работ и последующей эксплуатации объекта.

#### **Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова**

Основное воздействие, которое будет оказано в процессе строительства на грунт, заключается в следующем:

- механическое воздействие и нарушение целостности грунтов, в том числе и почвенно-растительного покрова, связанное с проведением земляных работ (рытье траншей и котлованов, отсыпка насыпей);
- химическое воздействие, связанное с выбросами при работе автотранспорта, строительных механизмов, сварочных работах, проливами загрязняющих веществ, загрязнение территории отходами производства, и проявляющееся в загрязнении почвенного покрова, грунтов.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 228  |

Механическое нарушение грунтов возможно под влиянием передвижных транспортных средств, земляных и строительных работ. Механические нарушения носят локальный характер и ограничены площадкой проведения СМР.

Месторождений полезных ископаемых, уникальных, требующих защиты и охраняемых форм рельефа на рассматриваемом участке нет.

В процессе безаварийной эксплуатации объекта техногенных негативных воздействий на земли не прогнозируется.

К потенциально возможным сценариям аварийных ситуаций при эксплуатации объекта следует отнести: аварии на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Воздействие этих аварий на почву ограничивается замусориванием, частичным проливом воды (в случае повреждения трубопроводов). В период проведения строительно-монтажных работ предусматриваются мероприятия по недопущению дополнительного загрязнения грунтов нефтепродуктами от строительной техники и проведения демонтажных и монтажных работ:

- запрет на передвижение транспортных средств вне установленных транспортных маршрутов;
- техническое обслуживание и мытье строительных машин только на специальных станциях, хранение и заправка в специально отведенных и оборудованных местах;
- организация сбора загрязненного поверхностного стока с территории;
- организация накопления отходов

С целью снижения уровня химического загрязнения окружающей среды строительно-монтажной техникой и транспортом в период строительства работы ведутся строго в соответствии с утвержденным регламентом, контролируются качество и расход горюче-смазочных

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 229  |

материалов. Техника, которая используется на строительстве, доставляется к месту проведения работ в исправном состоянии, прошедшая технический осмотр и текущее обслуживание, в том числе контроль токсичности и дымности выхлопных газов, в соответствии с техническими требованиями на эксплуатацию.

В целях охраны поверхностных и подземных вод в период проведения строительных работ необходимо выполнять следующие мероприятия:

- работа и перемещение техники осуществляется строго в границах землеотвода.

- автотранспорт и техника должны находиться на строительной площадке только на протяжении периода производства соответствующих работ;

- автотранспорт и техника к месту производства работ должны доставляться в исправном состоянии, техническое состояние автотранспортных средств должно соответствовать требованиям;

- оснащение рабочих мест инвентарными контейнерами для бытовых и строительных отходов;

- хранение и заправку транспортных средств и механизмов производить в специально оборудованных местах на территории базовой площадки Подрядчика или специализированных предприятий;

- регулярный вывоз строительных и бытовых отходов в специально отведенные места на обезвреживание или размещение по предварительно заключенным договорам.

Основное воздействие на морскую среду будет оказано в период строительства. В этот период на всем протяжении участка строительства основными источниками воздействия на водную среду являются:

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 230  |

- от постоянного ухудшения условий нагула молодежи обусловленном гибелью зообентоса на площадях, занимаемых при строительстве и реконструкции бун №1-6;

- гибели бентосных организмов на площади отсыпке пляжа в межуновом пространстве, отсыпаемом в море;

- на площади под отвалом грунта произойдет временная 100 % утрата бентосных организмов. Общая площадь дна моря, затрагиваемая под отвал грунта при устройстве всех бун, составит;

– от временного ухудшения условий нагула рыб, обусловленное гибелью организмов фитопланктона и зоопланктона, ихтиопланктона в объеме воды, извлекаемой экскаватором с ковшом и краном с грейфером.

– от воздействия повышенной мутности воды:

- забор морской воды **отсутствует**;

- сброс морской воды **отсутствует**.

- забор воды из поверхностных и подземных источников, а также сброс сточных вод в водные объекты в период строительства проектной документацией **не предусмотрены**.

Потребность в воде для хозяйственно-бытовых нужд обеспечивается привозной водой силами подрядчика. Для питьевых нужд используется бутилированная очищенная вода в кулерах. У выездов строительной площадки необходимо устанавливать пункты мойки колес грузового автотранспорта и строительных машин, предотвращающих вынос грунта и грязи со строительной площадки. Пункты мойки машин должны предусматривать систему оборотного водоснабжения. Конструктивные и технологические решения пунктов мойки колес должны соответствовать техническим, экологическим, санитарным и др. требованиям и гарантировано исключать вынос грунта и грязи колесами транспортных средств с территории строительной

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 231              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

площадки, а также загрязнение нефтепродуктами почвы и грунтовых вод в местах расположения пунктов.

Для отвода поверхностных вод по территории участка произведена вертикальная планировка, которая решена методом проектных горизонталей с шагом 0,1 м из условия полного отвода поверхностных вод от здания, минимально допустимого уклона при существующем рельефе, минимума земляных работ и увязана с общим рельефом прилегающей территории.

Продольные уклоны тротуаров в границе участка взяты в пределах допустимых норм (5-40 промилле) и в полной увязке с прилегающей территорией. Поперечный уклон 20 промилле.

Отвод ливневых стоков организован по спланированной поверхности в проектируемую сеть ливневой канализации. Водоотводный лоток общей длиной 328.4 п.м.

Ливневые воды с поверхности дорожных плит временных подъездов и разворотных площадок стекают в устроенные приямки, откуда перекачиваются грязевым насосом во временные емкости. Из емкостей воды периодически откачиваются ассенизаторской машиной и вывозятся на очистные сооружения.

Водоотведение от объекта проектирования предусматривается в ранее запроектированные внутриплощадочные сети водоотведения гостиничного комплекса.

Для отведения сточных вод от проектируемого объекта предусмотрены следующие системы водоотведения:

- К1 - система бытовой канализации;
- К2 - система дождевой канализации;
- К4 – система дренажной канализации.

Стоки бытовой канализации от душей на зоне пляжа отводятся в самотечном режиме проектируемыми выпусками в проектируемую

|              |              |              |        |       |      |                  |             |  |  |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|-------------|--|--|
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист<br>232 |  |  |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |             |  |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |             |  |  |

Для отведения сточных вод от проектируемого объекта предусмотрены следующие системы водоотведения:

- К1 - система бытовой канализации;
- К2 - система дождевой канализации;
- К4 – система дренажной канализации.

Стоки бытовой канализации от душей на зоне пляжа отводятся в самотечном режиме проектируемыми выпусками в проектируемую

наружную внутриплощадочную сеть бытовой канализации с последующим отводом стоков в ранее запроектированную сеть бытовой канализации DN/OD 200 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Стоки бытовой канализации от бассейнов (слив от промывки фильтров бассейнов) отводятся в напорном режиме проектируемым выпуском в ранее запроектированную сеть бытовой канализации DN/OD 200 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Отведение дождевых стоков предусмотрено на проектируемые локальные очистные сооружения поверхностных сточных вод с последующим сбросом в накопительный резервуар.

Стоки дренажной канализации отводятся в напорном режиме в ранее запроектированные сети дождевой канализации DN/OD 300 SN16 по ГОСТ Р 54475-2011 гостиничного комплекса.

Для сбора стоков с проектируемой территории предусматривается устройство лотков и дождеприемного колодца. От дождеприемного колодца стоки отводятся на локальные очистные сооружения (ЛОС) с последующим сбросом в накопительный резервуар. Для очистки поверхностного стока предусмотрены к установке «ЛОС-ПВТ.П-12-ОКФ-У» производительностью 12,0л/с.

В период строительства вода используется водопотребителями для хозяйственно-питьевых нужд персонала, занятого в выполнении работ.

Качество питьевой воды по основным показателям должно соответствовать требованиям **СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных,**

|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № |         | Подп. и дата |        | Инв. № подл. |      | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  | Лист |
|              |         |              |        |              |      |                  |  |  |  |  |  | 233  |
| Изм.         | Кол.уч. | Лист         | № док. | Подп.        | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |



**общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий".**

Состояние морской среды будет контролироваться в соответствии с программой производственного экологического контроля и мониторинга. При выявлении негативных процессов, влияющих на качество морской среды, будут проведены специальные исследования по выявлению причин и разработаны мероприятия.

Для снижения вреда рыбному хозяйству необходимо:

- производить работы в строгом соответствии с проектом;
- исключить производство работ в темное время суток;
- выполнять требования специального режима использования водоохраных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, предусмотренные ст. 65 Водного Кодекса РФ;
- в случае аварийной ситуации, связанной с загрязнением водного объекта принять меры по локализации, устранению загрязнения водного объекта и его последствий с проведением мероприятия по восстановлению нарушенного состояния водных биоресурсов и среды их обитания. Обеспечить своевременное информирование всех заинтересованных природоохранных органов обо всех случаях аварийных ситуаций, связанных с загрязнением акватории.

Соблюдение данных ограничений в водоохранной зоне является составной частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий и позволит минимизировать отрицательное воздействие на водные биоресурсы в период эксплуатации объекта.

С целью снижения негативного влияния работ на состояние водных биологических ресурсов Черного моря, а также учитывая биологию основных промысловых объектов, пути и сроки их миграций к местам

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 234  |

нереста, нагула и зимовки, проектом не предусмотрено проведение работ в период массового нереста весенне-летненерестующих видов рыб, в частности, камбалы-калкан, входящего в список ценных водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства (Приказ Минсельхоза России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов биоресурсов»), с 1 мая по 30 июня в соответствии с п.42.13 действующих Правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 09.01.2020 №1.

Соблюдение ограничений на проведение работ в водоохранных, рыбоохранных зонах и прибрежных защитных полосах водных объектов является составной частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий и позволяет минимизировать отрицательное воздействие на водные биоресурсы в период работ.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 235  |

## 9 Производственный экологический мониторинг водных биоресурсов (рыбохозяйственный мониторинг)

Для контроля за возможным негативным воздействием на водные биоресурсы во время проведения работ и принятия оперативных мер по исключению негативного воздействия проектом предусмотрено проведения экологического контроля и мониторинга.

Законодательство в области охраны окружающей среды определяет необходимость разработки и реализации программ экологического мониторинга при ведении хозяйственной деятельности. Эти требования отражены в Постановлении Правительства РФ № 177 от 31.03.2003 г. «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды». В документе определены требования к государственному мониторингу различного уровня (федеральный, региональный, территориальный, локальный, ведомственный).

Основные положения по организации мониторинга окружающей среды в Российской Федерации отражены также в следующих нормативно-правовых документах:

1. Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ, который обязывает предусматривать мероприятия по охране природы, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, мониторингу и оздоровлению природной среды.

2. Положение о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания, утвержденное Постановлением Правительства РФ от 29.04.2013 г. № 380, оговаривает, что к мерам по сохранению водных биологических ресурсов относится также производственный экологический контроль за влиянием

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 236  |

осуществляемой деятельности на состояние биоресурсов и среды их обитания.

В рамках рассматриваемого проекта планируется осуществлять экологический контроль и мониторинг водных биоресурсов, сопровождающий проект с целью:

- выполнения требований действующего природоохранного законодательства Российской Федерации;
- обеспечения экологической безопасности производственного персонала;
- сохранения природной среды водного объекта в районе работ.

В рамках производственного экологического контроля необходимо предусмотреть проведение инспекционного контроля за соблюдением строительных, природоохранных, санитарно-эпидемиологических и других норм.

Экологический мониторинг предусматривает проведение постоянного визуального контроля акватории моря с целью обнаружения мертвой рыбы, неестественного ее поведения.

Система экологического мониторинга включает:

- контроль технического состояния и соблюдения правил эксплуатации всех видов устройств и механизмов, работа которых может сопровождаться загрязнением природной среды;
- оперативное выявление возможных изменений состояния отдельных компонентов природной среды, связанных с проектируемой хозяйственной деятельностью;
- анализ эффективности природоохранных мероприятий и экологической обоснованности конструктивных решений;
- разработку рекомендаций по предупреждению и своевременному устранению возможных негативных последствий;

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

– информационное обеспечение государственных органов, контролирующих состояние окружающей среды.

Во исполнение п.5 Постановления Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2013 г. № 380 г. «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания» должен быть организован гидробиологический мониторинг. В случае значительных отклонений фактического воздействия на водные биологические ресурсы от проектируемого, необходимо откорректировать настоящий расчет ущерба и компенсировать фактически нанесенный ущерб в полном объеме.

Мониторинг включает наблюдения за фитопланктоном, зоопланктоном и зообентосом, которые выполняются для оценки вреда, наносимого водным биологическим ресурсам.

Рекомендации к составу рыбохозяйственного мониторинга по изучению и ресурсному исследованию ВБР и среды их обитания разработаны в соответствии с требованиями природоохранного законодательства РФ, решениями, заложенными в рабочей и проектной документации, а также с учетом данных инженерных изысканий, результатов оценки негативного воздействия, расчета прогнозного не предотвращаемого природоохранными мерами ущерба водным биологическим ресурсам и среде их обитания.

Рыбохозяйственный мониторинг включает в себя исследования состояния водных биологических ресурсов в районе производства работ.

Целью рыбохозяйственного мониторинга является проведение наблюдений и оценка состояния компонентов морских биологических ресурсов.

Основными задачами рыбохозяйственного мониторинга являются: выполнение требований действующего природоохранного

|      |         |      |        |       |      |                  |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------|------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ | Лист |
|      |         |      |        |       |      |                  | 238  |
|      |         |      |        |       |      |                  |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |                  |      |

законодательства Российской Федерации; получение и накопление информации о состоянии компонентов морской биоты в зоне влияния объекта; анализ и комплексная оценка текущего состояния различных компонентов морской биоты; уточнение необходимых исходных данных для проведения оценки негативного воздействия и расчета, не предотвращаемого природоохранными мерами ущерба водным биологическим ресурсам, наносимого в результате реализации запланированных проектом строительных работ; информационное обеспечение руководства объекта для принятия плановых и экстренных управленческих решений; подготовка, ведение и оформление отчетной документации по результатам ее выполнения; выработка рекомендаций и предложений по устранению и предупреждению негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания; выработка рекомендаций и предложений к программе мероприятий, направленных на компенсацию наносимого ущерба водным биологическим ресурсам.

Мониторинг водных биоресурсов выполняется с целью определения воздействия строительных работ на состояние сообщества гидробионтов в акватории в районе проведения строительных работ, включает в себя наблюдения на каждой станции за следующими компонентами биоценоза: фито-, зоо- и ихтиопланктоном; зообентосом; ихтиофауной.

По фитопланктону: - общая численность клеток, - общее число видов, Массовые виды и виды-индикаторы сапробности (наименование, % от общей численности, сапробность), интенсивность фитосинтеза и деструкция органического вещества, содержание хлорофилла;

по зоопланктону: - общая численность организмов, - общее число видов, - массовые виды и виды индикаторы сапробности (наименование, % от общей численности, сапробность);

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 239              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

по зообентосу: - общая численность организмов, - общее число видов, - массовые виды и виды индикаторы сапробности (наименование, % от общей численности, сапробность);

по ихтиофауне: - видовой состав, - наличие ценных промысловых и редких видов, а также видов, занесенных в Красную Книгу РФ; - количество морфологических отклонений (по видам).

Сопутствующие изменения: - глубина; - температура воды; - прозрачность.

**Всего предусмотрено 2 съемки:** до и после проведения работ.

Сроки работ могут быть скорректированы в зависимости от навигационных условий, которые должны позволить безопасно выполнить морские работы.

| № | Место отбора проб                                                                                                                                                                                   | Характеристика работ при которых производится отбор проб | Контролируемые параметры                                                                               | Периодичность                                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 | Место строительства бун и отсыпка пляжа<br><br>3 станции:<br>№1 - в районе Буны<br>№1, №2 - в районе буны<br>№6 и №3 – в районе буны №3.<br><br>1 фоновая станция за пределами зоны воздействия СМР | Строительство бун и отсыпка пляжа                        | видовой состав, численность и биомасса - зоопланктона, - фитопланктона, - зообентоса, - ихтиопланктона | 1 раз до начала работ и 1 раз по окончании работ |

**Организация работ.** Пробы фитопланктона отбирать на каждой станции батометром Паталаса в трофогенном слое (до глубины, соответствующей утроенной прозрачности по диску Секки – 3S), через каждый метр. Взятую в равных количествах из каждого слоя воду сливать в одну емкость, из которой после перемешивания отбирать пробы объемом 0,5 л. Пробы фиксировать 0,4% раствором Утермеля,

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |  |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>240 |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |  |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |  |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |  |

приготовленного на основе раствора Люголя. Фиксированные пробы передать в аккредитованную лабораторию, где выполнить камеральную обработку в соответствии с существующей методикой.

Пробы зоопланктона отбирать количественной планктонной сеткой Джеди (входное отверстие диаметром 18 см, сито № 64), тотально. Пробы фиксировать 2% раствором формалина. Фиксированные пробы передать в аккредитованную лабораторию, где выполнить камеральную обработку в соответствии с существующей методикой.

Пробы зообентоса отбирать дночерпателем «Океан», с площадью захвата 0,25 м<sup>2</sup> (пять повторов на каждой станции). Отмывку от грунта проводить сразу после взятия пробы с использованием сита №23. Отмытые пробы фиксировать 4% раствором формалина. Фиксированные пробы передать в аккредитованную лабораторию, где выполнить камеральную обработку в соответствии с существующей методикой.

Отбор ихтиопланктонных проб осуществлять икорной сетью с диаметром входного отверстия 30 см (ИКС–30), длиной выпускной веревки – 15 м. Сетной мешок должен быть изготовлен из капронового сита № 14 в соответствии с существующей методикой.

Протяженность облова составляет 70 м. Отлов выполнять по циркуляции (по окружности) в течение 10 минут, при скорости 5 км/час. После подъема на борт сеть ополаскивать, улов фильтровать через сито, переносить в 0,25-литровые банки, которые снабжать этикеткой (№ станции, дата, координаты, глубина места, время выполнения). Пробы ихтиопланктона фиксировать 4%-ным раствором формалина (9 объемов воды и 1 объем 40%-ного формалина). Обработку ихтиопланктонных проб осуществлять по стандартной методике: идентификация личинок рыб, учет их численности и измерение длины, определение морфологических особенностей и т.д. Для определения видовой

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 241  |



принадлежности использовать определители и атласы, с описанием характерных признаков личинок и их рисунками.

Полевые работы и камеральная обработка данных должны выполняться специализированной организацией, имеющей в своем штате специалистов соответствующей квалификации.

По завершении работ результаты мониторинга представляются в виде отчета, содержащего оценку влияния проведенных работ на окружающую среду.

Исследование ихтиофауны осуществляется с привлечением профильных рыбохозяйственных организаций, имеющих разрешение на добычу водных биоресурсов. Для проведения исследований можно использовать различные орудия лова: сети с ячейей различного размера (в соответствии с разрешением на вылов (добычу) водных биологических ресурсов), мальковые волокуши, личиночные невода, сачок. Дальнейшая обработка отобранного материала осуществляется в камеральных условиях.

**Оформление результатов производственного экологического контроля и мониторинга, отчетность**

Результаты производственного экологического контроля и мониторинга должны быть оформлены в виде отчета.

В состав отчета должны входить:

Перечень выполненных наблюдений и исследований.

Методики и средства, используемые для выполнения наблюдений и исследований.

Результаты наблюдений и исследований.

Оценка полученных результатов.

Периодичность отчетности: Итоговый отчет – 1 раз в год.

До начала производства работ Заказчик должен назначить

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

|                  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|
| ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|

|      |
|------|
| Лист |
| 242  |

должностных лиц, ответственных за предоставление отчетности, а также заключить договор со специализированной организацией на проведение мониторинга. Методы исследований определяются областью аккредитации осуществляющих контроль.

Результаты выполнения экологического мониторинга в случае возникновения аварийной ситуации необходимо предоставлять в территориальные органы Росрыболовства РФ.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|-------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист<br>243 |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |             |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  |             |

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т./Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. – т. 1-2. – 632 с.
2. Афанасьев Д.Ф., Корпакова И.Г. Макрофитобентос российского Азово-Черноморья. – Ростов-н/Д.: ФГУП «АзНИИРХ», 2008. – 291 с.
3. Архивные материалы Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».
4. Васильева Е. Д. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. – М.: ВНИРО, 2007. – 238 с.
5. Виноградов М. Е., Шушкина Э. А., Востоков С. В. и др. Взаимодействие популяций гребневиков-вселенцев в прибрежных водах Северо-восточной части Чёрного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42. – № 5. – С. 693–701.
6. Виноградов М. Е., Лебедева Л. П., Лукашева Т. А., Анохина Л. Л. Состояние сообществ прибрежного мезопланктона северо-восточной части Чёрного моря в 2005 г. // Океанология. – 2006. – Т. 46. – № 6. – С. 868–877.
7. Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 г., № 74-ФЗ.
8. Георгиева Л. В. Видовой состав и динамика фитоценоа // Планктон Чёрного моря. – Киев: Наукова думка, 1993. – С. 31–55.
9. Головкина Е.М., Набоженко М.В. Современное состояние донных сообществ Керченского пролива (Российский сектор) и заливов Таманского полуострова // Вестник южного научного центра РАН. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 53-61.

10. ГОСТ 17.1.2.04.-77. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водоёмов.

11. Гусев А. Г. Охрана рыбохозяйственных водоёмов от загрязнения. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 364 с.

12. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учёт руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров / Стандарт организации (СТО 52.08.31-2012). – СПб: Глобус, 2012. – 140 с.

13. Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России. Краснодар, 2002. 341с.

14. Ковалёв А. В. Краткая история изучения разнообразия зоопланктона // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. – Севастополь: ЭКОСИ-Геофизика, 2003. – С. 43–44.

15. Красная книга Краснодарского края. Животные. III издание / Отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б. И. Вольфов. – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. – 720 с.

16. Красная книга Российской Федерации (животные). – М.: 2001. – С. 251–263.

17. Литвинюк Д.А. Морской зоопланктон и методические проблемы его изучения: дис. ...к.б.н. – М.: Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, 2015. – 147 с.

18. Малюкина Г. А. Слух некоторых черноморских рыб в связи с экологией и особенностями строения их слухового аппарата // Журнал общей биологии. – 1960. – Т. 21. – Вып. 3. – С. 198-205.

19. Методика определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 245  |

биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния / Утв. Федеральным агентством по рыболовству, приказ от 06.05.2020 г. № 238.

20. Мурина В. В., Лисицкая Е. В., Аносов С. Е. Видовой состав меропланктона как показатель экологической ситуации Севастопольской бухты // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквавита, 1999. – С. 149-158.

21. Надолинский В. П. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Чёрного моря: дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 171 с.

22. Овен Л. С., Гирагосов В. Е., Багнюкова Т. И. Размножение некоторых массовых видов черноморских рыб в условиях антропогенного загрязнения // Современное состояние ихтиофауны Чёрного моря. – Севастополь: Изд-во МГИ, 1995. – С. 39–74.

23. Овен Л. С., Салехова Л. П., Кузьминова Н. С. Многолетняя динамика видового состава и численности рыб Чёрного моря в районе Севастополя // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – №4 (57). – С. 15–18.

24. Пашков А. Н. Ихтиофауна прибрежного шельфа Чёрного моря в полигалинных акваториях: дис. ... к.б.н. – М.: ВНИРО, 2001. – 263 с.

25. Пашков А. Н., Решетников С. И., Нагалецкий М. В. Загрязнение Мирового океана. – Краснодар: ООО «Биотех-Юг», 2010. – 79 с.

26. Плотников Г.К. Фауна позвоночных животных Краснодарского края. Краснодар, 2000. 231 с.

27. Плотников Г. К. Биоразнообразие животных северо-западного Кавказа: дис. ... д.б.н. – Краснодар: КубГУ, 2004.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 246              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

28. Протасов В. Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. – М.: Наука, 1978. – 250 с.

29. Поромов А. А., Воронков В. Б., Хатунцов А. В. Определение потерь водных биоресурсов в результате перераспределения естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна // Рыбное хозяйство. – 2015. – №6. – С. 36–39.

30. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.02.2019 г. №206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения».

31. Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна / Утв. приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, от 09.01.2020 г., № 1.

32. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 23.10.2019 г. № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов».

33. Распоряжение Кубанского бассейнового водного управления от 30.09.2015 г., № 273-пр «Об установлении границы водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос Чёрного моря».

34. Редкие и исчезающие животные Краснодарского края / Плотников Г. К., Стрельников В. В., Островских С. В. [и др.]. – Краснодар: Традиция, 2007. – 208 с.

35. Селифонова Ж. П. Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Чёрного и Азовского морей (Российский сектор): дис. ... д.б.н. по специальности 25.00.28 – Океанология. – Мурманск, 2015. – 270 с.

36. Селифонова Ж.П., Часовников В.К. К вопросу о состоянии гипергалинных водоемов Таманского Причерноморья // Морской

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 247              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

биологический журнал. Севастополь: Изд-во ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, 2016. Т. 1, № 4. С. 40–43.

37. Суховей В. Ф. Моря Мирового океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 288 с.

38. Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

39. Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. №52-ФЗ «О животном мире».

40. Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

41. Фроленко Л. Н. Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр. АзНИИРХ (2006-2007 гг.). – Ростов-н/Д.: ООО «Диапазон», 2008. – С. 180–188.

42. Black sea fish check list // A publication of the Commission on the protection of the Black Sea against pollution [Удалённый ресурс]. – Режим доступа: [www.blacksea-commission.org/\\_publ-SFishList.asp](http://www.blacksea-commission.org/_publ-SFishList.asp).

43. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. – UNEP, 2010

44. Parker G. Olfactory reactions in fishes // J. Exper. Zool. – 1910. – V. 8. – P. 535–541.

45. Селифонова Ж.П., Часовников В.К., Самышев Э.З., Макаревич П.Р. Состояние морской экосистемы в районе устья реки Агой (Черное море). Юг России: экология, развитие. 2020;15(1):16-27.

46. Селифонова Ж.П. Ихтиопланктон прибрежных вод северо-восточного шельфа Черного моря и Керченского пролива // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52. N. 4. С. 423-431

47. Селифонова Ж.П. Экосистемы акваторий черноморских портов Новороссийска и Туапсе. СПб.: Наука, 2012. 228 с.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 248              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

48. Селифонова Ж.П. Прибрежные экосистемы северо-восточного шельфа Черного моря и Азовского моря. Новороссийск: ГМУ им. адм. Ф.Ф.Ушакова, 2014. 170 с

49. Ж.П. Селифонова и др.//ВОДА: ХИМИЯ и ЭКОЛОГИЯ <sup>1</sup> 1, январь 2013 г. с. 79–86

50. Петров А.Н. Реакция прибрежных макробентосных сообществ Черного моря на органическое обогащение донных отложений //Экология моря. 2000.Вып. 51. С. 45–51.

51. Фроленко, Л. Н. Результаты исследований зообентоса северо-восточной части Черного моря по данным 2016-2017 гг / Л. Н. Фроленко, Л. А. Живоглядова, Е. А. Ковалев // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 85-97.

52. Чмелева Е.М., Фроленко Л.Н. Состояние зообентоса северо-восточной части Черного моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. (2002-2003 гг.) / Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. Ростов н/Д., 2004. С. 30-43

53. Фроленко Л.Н., Живоглядова Л.А., Ковалев Е.А. Характеристика макрозообентоса северо-восточной части Черного моря // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: материалы XIX Междунар. науч. конф. ... (г. Махачкала, 5-7 ноября 2017 г.). Махачкала: Эко-пресс, 2017. Т. 2. С. 656-658.

54. Фроленко Л.Н., Мальцева О.С. О сообществе *Anadara* в Азовском море // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы IX Междунар. науч.- практ. конф. (г. Керчь, 6 октября 2017 г.). Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2017. С. 99-104

55. Состояние экосистемы Туапсинского порта Черного моря / Ж. П. Селифонова, Ю. И. Сорокин, В. К. Часовников, О. Н. Ясакова //

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 249              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |



Проблемы морской палеоэкологии и биогеографии в эпоху глобальных изменений : Материалы VIII Всероссийской школы по морской биологии "Проблемы морской палеоэкологии и биогеографии в эпоху глобальных изменений" и IX международной научной конференции "Комплексные исследования архипелага Шпицберген", Мурманск, 12–14 ноября 2009 года / Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН. Том Выпуск 9. – Мурманск: Издательство ГЕОС, 2009. – С. 157-161.

56. Состояние морской экосистемы в районе устья реки Агой (Черное море) / Ж. П. Селифонова, В. К. Часовников, Э. З. Самышев, П. Р. Макаревич // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15, № 1(54). – С. 16-27.

57. Ясакова, О. Н. Диатомовые водоросли в планктоне порта Туапсе (Черное море) в декабре 2022 г / О. Н. Ясакова, А. В. Корчагина // Вопросы современной альгологии. – 2023. – № 2(32). – С. 175-177. – DOI 10.33624/2311-0147-2023-2(32)-175-177. – EDN GOAMUR.

58. Ясакова О.Н., Макаревич П.Р. Фитопланктон северо-восточной части Черного моря. - Ростов- на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. - 176 с.

59. Ясакова О.Н. Состояние планктонного альгоценоза на акватории порта Туапсе и за его пределами в весенне-летний период 2019 г. // Морской биологический журнал. 2021. Т.6, №3. С. 104-114.

60. Ремизова, Н. П. Состояние зоопланктонного сообщества Туапсинского порта в осенний сезон 2015 года / Н. П. Ремизова // Морские биологические исследования: достижения и перспективы : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 томах, Севастополь, 19–24 сентября 2016 года. Том 2. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – С. 402-405. – EDN XEVHEZ.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 250              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

61. Селифонова Ж. П., Ясакова О. Н. Изменчивость структуры фито-и зоопланктона в Туапсинской бухте Чёрного моря под воздействием хронического нефтяного загрязнения. Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2006. 518 с.

62. Селифонова, Ж. П. Осеннее состояние мезопланктона прикавказской зоны черного моря / Ж. П. Селифонова, Г. П. Писаренко // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2016. – № 2(15). – С. 44-46. – EDN WJBCEV.

63. Надолинский, В. П. Ихтиопланктон территориального моря и исключительной экономической зоны России в Черном море / В. П. Надолинский, В. В. Патюк, А. Д. Ефанов // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 44-53. – DOI 10.47921/2619-1024\_2021\_4\_4\_44..

64. Надолинский В.П., Надолинский Р.В. Изменения в видовом составе и численности ихтиопланктона Азовского и северо-восточной части Черного морей за период 2006-2017 гг. под воздействием природных и антропогенных факторов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 1. С. 51-66.

65. Надолинский В.П. Ихтиопланктон территориального моря и исключительной экономической зоны России в Черном море / В. П. Надолинский, В. В. Патюк, А. Д. Ефанов // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 44-53.

66. Надолинский, В. П. Динамика распределения ихтиопланктона в северо-восточной части Черного моря / В. П. Надолинский, О. А. Перевалов // Вопросы рыболовства. – 2013. – Т. 14, № 4(56). – С. 674-683.

67. Ясакова, О. Н. Результаты исследований планктонных водорослей на акватории порта Туапсе и за его пределами в летний

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 251              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

период 2019 г / О. Н. Ясакова // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана : Сборник тезисов II Всероссийской научно-практической школы-конференции, пгт. Курортное, 28 сентября – 02 2020 года. – пгт. Курортное: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение “Институт природно-технических систем”, 2020. – С. 299-300.

68. Студиград, Н. П. Ихтиопланктон портов и открытого побережья Туапсе и Тамани (2017-2018 гг.) / Н. П. Студиград // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 2(95). – С. 112-118..

69. Студиград, Н. П. Современное состояние летнего ихтиопланктонного сообщества в шельфовой зоне северо-восточного черноморского побережья / Н. П. Студиград, Л. В. Болгова, В. А. Крохмаль // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов : материалы Международной научной конференции, Ростов-на-Дону, 27 ноября 2015 года / Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»). – Ростов-на-Дону: Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, 2015. – С. 324-328.

70. Лубашова, Э. А. К изучению видового состава фитопланктона акватории Туапсинского морского торгового порта / Э. А. Лубашова, О. В. Букарева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий : материалы XXXIV межрегиональной научно-практической конференции, Краснодар, 20 мая 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2021. – С. 24-25.

71. Бухмин, Д. А. Ихтиофауна юго-восточной части Черного моря в летне-осенний период 2018 г / Д. А. Бухмин // Наука Юга России. – 2019. – Т. 15, № 4. – С. 88-93. – DOI 10.7868/S25001640190411.

|              |              |              |                  |       |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                  |       |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |       |      |  |  |  |      |
|              |              |              | 252              |       |      |  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док.           | Подп. | Дата |  |  |  |      |

72. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В. 2018. Морские научные исследования на НИС "Денеб" и НИС "Профессор Панов" в Азовском и Чёрном морях в 2017 г. В кн.: Экспедиционные исследования на научно-исследовательских судах ФАНО России и архипелаге Шпицберген в 2017 г. Тезисы конференции "Итоги экспедиционных исследований на научных судах ФАНО России" (г. Москва, 21-22 февраля 2018 г.). Севастополь, ФГБУН МГИ: 147-149

73. Л. М. Сафронова, М. Л. Мартынюк, Л. Н. Фроленко [и др.] Оценка развития биологических сообществ в северо-восточной части Черного моря и трофическая обеспеченность промысловых рыб в современный период//Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов : материалы Международной научной конференции, Ростов-на-Дону, 27 ноября 2015 года / Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»). – Ростов-на-Дону: Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, 2015. – С. 283-289.

|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|------------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |        |       |      |                  |  |  | Лист |
|              |              |              |        |       |      |                  |  |  |      |
| Изм.         | Кол.уч.      | Лист         | № док. | Подп. | Дата | ГТС/25/09-РБО-ТЧ |  |  | 253  |

[illegible]

| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|--------------|--------------|--------------|
|              |              |              |

|      |         |      |        |       |      |
|------|---------|------|--------|-------|------|
|      |         |      |        |       |      |
|      |         |      |        |       |      |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |

ГТС/25/09-РБО-ТЧ

## Приложения

|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  |                     |  |  |      |  |  |        |  |  |
|--------------|--|--|--|--|--|-----------------|--|--|------------|--|--|---------------------|--|--|------|--|--|--------|--|--|
|              |  |  |  |  |  | ГТС/25/09-РБО-П |  |  | Приложения |  |  | Стадия              |  |  | Лист |  |  | Листов |  |  |
|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  | П                   |  |  | 1    |  |  | 110    |  |  |
|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  | ООО                 |  |  |      |  |  |        |  |  |
|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  | «НПЦ «Берегозащита» |  |  |      |  |  |        |  |  |
| Изм.         |  |  |  |  |  | Кушу            |  |  |            |  |  | 05.2025             |  |  |      |  |  |        |  |  |
| Разработал   |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  | 05.2025             |  |  |      |  |  |        |  |  |
|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  |                     |  |  |      |  |  |        |  |  |
|              |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  |                     |  |  |      |  |  |        |  |  |
| Н. контр     |  |  |  |  |  | Бобылева        |  |  |            |  |  | 05.2025             |  |  |      |  |  |        |  |  |
| Подп. и дата |  |  |  |  |  | Взам. инв. №    |  |  |            |  |  | Согласовано         |  |  |      |  |  |        |  |  |
| Инв. № подл. |  |  |  |  |  |                 |  |  |            |  |  |                     |  |  |      |  |  |        |  |  |



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение  
«Главное бассейновое управление по  
рыболовству и сохранению  
водных биологических ресурсов»  
(ФГБУ «Главрыбвод»)  
Азово-Черноморский филиал  
тел. 8(861) 275-73-66  
350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17  
E-mail: kubanrybvod@mail.ru  
Сайт: achfglavrybvod.su  
ОКПО 06497421 ОГРН 1037739477764  
ИНН 7708044880 КПП 231143001

Директору  
Общества с ограниченной  
ответственностью «Экологика»  
Е. Э. Соболеву  
ecologik20@mail.ru

27.12.2021 № 10-06/3165

от

на №

Рыбохозяйственная характеристика

### **Рыбохозяйственная характеристика участка Черного моря. Объект: «Черное море в районе морского порта Туапсе».**

#### *1. Физико-географическая характеристика района работ*

Чёрное море располагается между Восточной Европой и Малой Азией и вытянуто в широтном направлении: длина 1150 км, наибольшая ширина 580 км, наименьшая (от мыса Сарыч до южного побережья) – 263 км. Мелководным Керченским проливом оно соединяется с Азовским морем, проливом Босфор – с Мраморным морем, и далее через пролив Дарданеллы – с Эгейским и Средиземным морями.

Площадь Чёрного моря составляет 423 тыс. км<sup>2</sup>, средняя глубина около 1315 м. Береговая линия изрезана слабо. В северо-западной части есть несколько глубоко вдающихся в море заливов, возникших в результате затопления речных долин. Годовой речной сток в море составляет в среднем более 310 км<sup>3</sup>, почти 80 % этого объёма поступает на северо-западный мелководный шельф.

Климат Чёрного моря является смягчённым континентальным. Хороший летний прогрев поверхности моря обуславливает высокую (8,9 °С) среднегодовую температуру воды.

Летом на всей акватории моря поверхностные воды прогреваются до 25 °С и более до глубины 15-30 м. Глубже сезонного термоклина температура

понижается примерно до слоя 75-100 м, где располагаются холодные промежуточные воды с постоянной в течение всего года температурой 7-8 °С. Ниже температура с глубиной очень медленно повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает 9,2 °С.

Циркуляция поверхностных вод моря циклоническая. Выделяются два крупных центральных круговорота в восточной и западной частях моря. Скорость течения увеличивается от 10 см/сек. в центре до 25 см/сек. на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают.

Средняя солёность составляет около 18‰, близ устьев рек – менее 9‰. В открытой части моря солёность увеличивается с глубиной от 17-18‰ на поверхности до 22,3‰ у дна.

Море почти всегда свободно ото льда. Лишь в отдельные холодные зимы прибрежные воды в северо-западной мелководной части моря покрываются льдом. Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены стонно-нагонные явления под влиянием сильных ветров с берега, достигающие 20-60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6-8 м (Суховей, 1986; Мее, Jеftic, 2010).

Район Черноморского побережья РФ расположен между 43°23'–45°12' с.ш. и 40°00'– 36°36' в.д. Рельеф дна характеризуется узким шельфом и сильно расчленённым материковым склоном. Ширина шельфа здесь составляет в среднем 8 км. Граница шельфа редко превышает глубину 110 м. Переход к материковому склону резкий, уклон составляет 15–20°. Склон сильно расчленён каньонами, часть которых приурочена к устьям рек, и осложнён грядами и возвышенностями, основания которых распространяются до глубин 1400–1800 м.

Динамика вод в прибрежной зоне, ограниченной кромкой шельфа, обуславливается взаимодействием центрального циклонического общечерноморского течения (ОЧТ) и локальными потоками. Последние весьма изменчивы, часто носят вихревой характер и во многом зависят от орографии дна и других местных условий.

Сезонные колебания температуры воды определяются гелиофизическими факторами и локальными характеристиками акватории. Минимальная среднемесячная температура поверхностного слоя воды в прибрежной зоне наблюдается в феврале и составляет 6,2–8,6 °С. В марте начинается, прогрев прибрежной акватории, особенно на мелководных участках. К апрелю поверхностная температура становится близка к 10-11 °С. В мае-июне продолжается быстрый прогрев вод. Максимум температуры наблюдается в августе – 23,5-24,9 °С. В сентябре начинается повсеместное выхолаживание вод с опережением в мелководных районах, вследствие чего уже в ноябре наблюдается зимний тип распределения температуры поверхностного слоя прибрежных вод с минимумами в мелководных и максимумами в относительно приглубых областях. Ледообразование в районе обычно не происходит.

Сезонный ход солёности поверхностного слоя прибрежных вод обуславливается изменением соотношения речного стока и общей циркуляции. Годовой речной сток рек Кавказа составляет примерно 7,17 км<sup>3</sup>. Прибрежные



воды от Анапы до Сочи относятся к району с относительно пониженной солёностью во все сезоны года. Особенно заметно локальное понижение солёности на юге района, в месте впадения в море рек Мзымта и Сочи. От этого участка по направлению к северу солёность повышается. Минимум в сезонном ходе приходится на март–апрель – 16,39 ‰ (Сочи) – 17,99 ‰ (Анапа). Летом наблюдается незначительное повышение солёности вод побережья, максимум обычно отмечается в октябре–ноябре – 16,92 ‰ (Сочи) – 18,26 ‰ (Анапа).

Акватория Чёрного моря в районе, прилегающем к участку намечаемой деятельности, представляет собой участок открытого побережья. Глубины нарастают сравнительно медленно. Изобата 10 м прослеживается на расстоянии 650–680 м от берега, 20 м – 1400–1600 м от берега.

Грунт в узкоприбрежной зоне моря до глубины 2–3 м (расстояние от берега – 80–100 м) представлен россыпями гравия, гальки и мелкого валунника. По мере нарастания глубин он меняется на песчаный и, далее – на илистый. Местами имеются скопления валунов, покрытые макрофитами. Вдоль береговой черты имеется ряд искусственных сооружений – волнорезов, сформированных из крупного грубообломочного материала

## *2. Гидробиологическая характеристика участка работ*

Степень развития кормовой базы водоёмов и водотоков – один из ключевых факторов, влияющих на выживаемость и физиологическое состояние рыб. От неё зависят естественная смертность рыб, их упитанность, жирность, плодовитость, темпы роста и ряд других показателей.

Кормовые ресурсы водных объектов обычно достаточно разнообразны и состоят из детрита, фитопланктона, зоопланктона, фитобентоса, зообентоса, перифитона, а также ранней молоди и взрослых особей различных видов рыб, которые могут являться кормом для хищников.

Кормовая база рыб Чёрного моря формируется тремя основными группами гидробионтов – фитопланктоном, зоопланктоном и зообентосом.

Оценка кормовой базы осуществлялась на основании литературных данных и фондовых материалов Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» по изучению фито-, зоопланктона и зообентоса.

### *Фитопланктон.*

По современным оценкам, в планктоне Чёрного моря насчитывают более 700 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей. Основную численность и биомассу черноморского фитопланктона создают диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли (Георгиева, 1993).

Состав фитопланктона в акватории российского сектора Чёрного моря формируется за счёт развития преимущественно морских водорослей атлантического генезиса, реже – пресноводного и пресноводно-солонатоводного комплексов. В основном черноморские планктонные микроводоросли относятся к отделам синезелёные (Cyanophyta), диатомовые (Bacillariophyta), динофитовые (Dinophyta), эвгленовые (Euglenophyta), зелёные (Chlorophyta), криптофитовые (Cryptophyta). Самая многочисленная по видовому

составу группа – диатомовые водоросли (491 вид, в том числе на Северо-Кавказском шельфе – 314).

Численность и биомасса сообщества фитопланктона прибрежной зоны Чёрного моря в рассматриваемом районе, также, как и его видовой состав, значительно варьирует в разные сезоны года и в разные по климатическим условиям годы под влиянием колебаний температуры, солёности и условий вертикального перемешивания вод.

Сезонное развитие фитопланктона в прибрежных водах района порта Туапсе, как и в других черноморских акваториях, имеет два максимума – весенний и осенний. Весеннее «цветение» фитопланктона начинается с наступлением астрономической весны и прогревом воды (в марте). Доминируют в этот период мелкие диатомовые водоросли, преимущественно р. *Nitzschia*. Осеннее «цветение» протекает преимущественно в сентябре–октябре, доминируют также мелкие диатомовые родов *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Skeletonema*. Биомасса водорослей во время весеннего и осеннего максимумов превышает 1 г/м<sup>3</sup>.

Летом в фитопланктоне, как правило, преобладают динофитовые (перидиниевые) водоросли без заметного доминирования какого-либо одного вида. Общая его биомасса при этом не превышает 0,8 г/м<sup>3</sup>.

Биомасса зимнего фитопланктона плавно нарастает в направлении Туапсе – Адлер и на границе с Абхазией может достигать 1,5 г/м<sup>3</sup>.

В маловодные годы развитие фитопланктона протекает сглажено, в то время как в годы с большим речным стоком сезонные колебания его численности и биомассы возрастают.

На всех станциях и по численности, и по биомассе доминируют диатомовые, причём доминирование по биомассе достигается за счёт крупных *Rhizosolenia calcaravis* (781,9 мг/м<sup>3</sup>) и *Rh. alata* (219,1 мг/м<sup>3</sup>), а по численности – за счёт мелких *Nitzschia delicatissima* (20,4 млн. кл. /м<sup>3</sup>) и *N. Seriata* (9,5 млн. кл. /м<sup>3</sup>).

**Среднегодовые показатели биомассы фитопланктона в рассматриваемом районе Чёрного моря составляют 1,042 г/м<sup>3</sup>.**

#### *Зоопланктон.*

Морские зоопланктонные организмы по принципу длительности нахождения в толще воды традиционно разделяются на две группы – голопланктон и меропланктон. К первому относят представителей зоопланктона, весь жизненный цикл которых проходит в толще воды, ко второму – меняющих в ходе онтогенеза жизненную форму.

В летний сезон преобладающая часть прибрежных сообществ голопланктона (в т.ч. в рассматриваемой акватории) представлена ветвистоусыми ракообразными (*Cladocera*), преимущественно *Penilia avirostris*, *Pleois polyphemoides* и мелкими веслоногими раками (*Copepoda*) – *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*, *Centropages ponticus* (Селифонова, 2015).

В конце 1980-х – начале 1990-х годов в составе и структуре черноморского голопланктона начались наиболее существенные изменения, когда в Чёрном море началось массовое развитие хищного вселенца – гребневика мнемнопсиса



(*Mnemiopsis leidyi*). В этот период из черноморского зоопланктона практически исчезли такие его типичные представители, как *Acartia latisetosa*, *Oithona nana*, *Labidocera brunescens*. Параллельно многократно снизилась численность *Paracalanus parvus* и *Calanus ponticus* (Ковалёв, 2003).

М.Е. Виноградов и др. (2006) выделили три периода изменений состояния черноморского голопланктона.

Первый (1960–1980-е гг.) связан с массовым развитием медузы *Aurelia aurita* и уменьшением численности приповерхностного, главным образом рачкового голопланктона. Но в целом его количественные показатели оставались высокими и обеспечивали пищевые потребности рыб.

Второй период (с 1989 г.) связан со вспышкой численности хищного гребневика-вселенца мнемипсиса (*Mnemiopsis leidyi*), массовое развитие которого в разы снизило численность и биомассу голопланктона, служащего ему пищей. В сравнении с 1970-ми гг., биомасса зоопланктонных ракообразных уменьшилась в различных районах Чёрного моря в 3–10 раз. Произошли и существенные изменения в структуре голопланктонного сообщества, проявившиеся в смене доминирующих видов.

Третий период связан с массовым развитием ещё одного вида гребневиков-вселенцев – берое (*Beroe ovata*), основной пищей которого является мнемипсис. Массовое развитие берое на порядок снизило биомассу мнемипсиса и повлекло за собой постепенное восстановление голопланктона.

Другой массовый компонент прибрежного черноморского зоопланктона – меропланктон, представленный личинками донных беспозвоночных. В летний период их концентрация может достигать нескольких десятков тысяч экземпляров в 1 м<sup>3</sup> (Селифонова, 2015). Как отмечают В.В. Мурина и др. (1999), черноморский меропланктон имеет огромное значение в продукционной системе моря как кормовая база пелагофильных видов рыб и их молоди, обеспечивает распределение и распространение донных животных. Кроме того, состояние меропланктона – один из важных показателей экологической ситуации в прибрежных зонах.

Видовое разнообразие зоопланктона существенно зависит от сезона года и района наблюдений. Число видов, обнаруженное в открытых районах моря, сравнительно невелико, а в прибрежных сообществах оно возрастает за счёт интерстициальных форм. Видовое разнообразие черноморского зоопланктона обычно существенно выше в тёплое время года, чем в холодное (Завгородняя и др., 2003).

В прибрежных районах Чёрного моря сезонные колебания состава, численности и биомассы зоопланктона более значительны, чем в глубоководных районах, что обусловлено резкими сезонными колебаниями температуры. Начиная с весны (мая), здесь появляются в большом количестве представители кладоцер и копепод. Их биомасса в поверхностном слое мелководных районов в середине лета часто достигает 1–2 г/м<sup>3</sup> при численности более 45 тыс./м<sup>3</sup>.

Основу холодноводного комплекса, населяющего глубинные слои моря, а в холодный сезон появляющегося и в поверхностных зонах, составляют копеподы *Calanus* и *Pseudocalanus*.

Для прибрежных вод также характерны медузы (Coelenterata), гребневники (Ctenophora), личиночные формы моллюсков, полихет, донных ракообразных и других бентосных форм.

Важным компонентом зоопланктона Чёрного моря в рассматриваемой акватории является аппендикулярия *Oikopleura dioica*. Она часто образует значительные по плотности популяции, концентрируясь обычно в слое термоклина с биомассой 30–50 мг/м<sup>3</sup>. Другие массовые виды мезозоопланктона – это рачковый планктон, численность которого во все сезоны года достаточно высока.

В составе зоопланктона рассматриваемой акватории зарегистрировано не менее 30 видов, принадлежащих к 12 крупным таксонам (типам и классам), видовой состав сообщества сходен с составом хорошо изученных в этом отношении районов побережья (Большой Утриш, Магри). По численности на всех станциях доминируют веслоногие рачки (Copepoda), из которых ведущими являются *Calanus helgolandicus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Centropages kroyeri*. По биомассе ведущая роль принадлежит веслоногим ракообразным (Copepoda) и личинкам моллюсков.

В сезонном ходе развития биомассы кормового зоопланктона (без ночесветки) отмечается два подъёма: весной и летом. Весной в массе развиваются холодолюбивые калянусы и псевдокалянусы, которые играют основную роль в питании пелагофильных рыб. В летний период биомасса кормового зоопланктона, куда входят мелкие копеподы, кладоцеры, аппендикулярии и сагитты, по сравнению с весенним, увеличивается вдвое. К осени биомасса зоопланктона уменьшается вследствие выедания её рыбами-планктонофагами.

**Среднесезонная биомасса кормового зоопланктона в рассматриваемой акватории составляет в среднем 0,23 г/м<sup>3</sup>. Доминируют в составе кормового зоопланктона копеподы (73,9 %).**

#### *Зообентос*

Зообентос, т.е. беспозвоночные животные, обитающие в слое грунта (инфауна) или на его поверхности (эпифауна) – один из основных компонентов экосистемы любого водного объекта. Он служит кормовой базой многих видов рыб и важнейшим элементом пищевых цепей, а также играет огромную роль в самоочищении водоёмов.

Состав зообентосных сообществ относительно постоянен, пока они находятся в условиях, в которых сформированы. В достаточно чистых водах донные сообщества в хорошо аэрируемых участках дна характеризуются высоким видовым разнообразием, что свидетельствует о нормальном состоянии водной экосистемы. В загрязнённых водоёмах выпадают группы животных, наиболее чувствительные к отдельным загрязняющим веществам, а относительные численность и биомасса устойчивых форм значительно возрастают.

Перифитон совокупность организмов, заселяющих плотные субстраты (подводные части судов, гидротехнических сооружений, растений и др.), которые находятся в воде. В состав перифитон входят бактерии, простейшие,



грибы, водоросли, черви, ракообразные, двустворчатые моллюски и др. Термин был введен в гидробиологическую литературу А.Л. Бенингом (1924). Термин был предложен А.Л. Бенингом (1924) в монографии на русском языке, в литературу на латинице термин «Periphyton», видимо, также был введен тем же автором (Behning, 1928).

Зообентос Чёрного моря, как и зоопланктон, по качественному разнообразию значительно уступает средиземноморскому. Однако при этом следует учитывать, что это «обеднение» касается только качественного (таксономического) разнообразия; что же касается количественного распределения, то, по сравнению со Средиземным морем, донная фауна Чёрного моря является не менее богатой.

Двумя важнейшими группами черноморского зообентоса являются мейозообентос и макрозообентос.

Донная фауна северо-восточной части Чёрного моря так же, как и зоопланктон, сформирована главным образом из видов средиземноморско-атлантического происхождения, преодолевших пониженную солёность. Эти виды составляют более 80 % всех представителей донной фауны. Остальная часть фауны образована видами каспийского происхождения и пресноводными формами, которые приспособились к осолонению и локализуются в основном в эстуариях и опреснённых биотопах.

Супралиторальная зона заселена донными ракообразными, среди которых массовыми видами являются различные амфиподы (Amphipoda), изоподы (Isopoda), гаммариды (Gammaridae), двустворчатые моллюски (Bivalvia), брюхоногие моллюски (Gastropoda), полихеты (Polychaeta).

Песчаные грунты инфралитораля (глубина до 15 м) представлены псаммофильными биоценозами, в которых преобладают моллюски венус (Venus), диварицелла (Divaricella), донацелла (Donacella), гульдия (Guldia).

Биоценозы ракушечников формируются на глубине 10-50 м, в них преобладают моллюски – *Cardium*, *Venus*, *Rapana*, полихеты (Polychaeta), асцидии (Ascidia), губки (Porifera).

Величина биомассы общего бентоса в Черном море бывает достаточно высокой. Она варьирует в разных биотопах от 1-20 г до 1,5-2,0 кг/м<sup>2</sup>. Однако, для рассматриваемого участка большие скопления ракушечника не свойственны.

В составе донного сообщества северо-восточной части Черного моря в период было обнаружено от 106 до 111 видов из 15 систематических групп. Основу биологического разнообразия сообщества составляли полихеты, приоритетные по количеству обнаруженных видов, а также моллюски и ракообразные. Все остальные группы зообентоса были представлены небольшим числом видов.

Анализируя количественные показатели развития черноморской бентофауны в многолетнем аспекте, следует сказать, что весной межгодовые изменения общей биомассы были незначительны. Изменяясь в пределах 54,7-74,7 г/м<sup>2</sup> среднее значение ее составляло 64,1 г/м<sup>2</sup>. Большую часть биомассы зообентоса (51-93 %) формировали моллюски, являющиеся одним из основных компонентов донных биоценозов северо-восточной части Черного моря.

Многолетняя динамика формирования численности донного населения выглядела несколько иначе. В отличие от биомассы пределы ее изменений были

5,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>, максимальное – 35,2 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В формировании общей численности зообентоса моллюски ведущего значения не имели. В сообществе преобладали мелкоразмерные организмы, такие как фораминиферы и некоторые виды полихет. Наибольшая численность фораминифер отмечалась на илистых грунтах с примесью ракушки, для которых свойственна высокая трофическая ценность за счет детрита и микроорганизмов.

К макроводорослям относятся 233 вида, которые входят в состав 127 родов, 58 семейств и 23 порядков. Флора макрофитов в районе порта Туапсе изучена слабо. Растительность в акватории порта практически отсутствует из-за повышенного шумового воздействия от перемещающихся судов, высокого уровня загрязнения акватории, наличием на дне илов с характеристиками, малоприспособленными для обитания донных водорослей. Единичные экземпляры макрофитов, встречающиеся в данной зоне, не являются кормовыми, в следствие чего расчёт ущерба водным биологическим ресурсам от утраты макрофитов произвести не представляется возможным.

**В рассматриваемом районе среднесезонная биомасса кормового зообентоса составляет в среднем 18,4 г/м<sup>2</sup>.**

### *3. Рыбохозяйственная характеристика участка работ*

Рыбохозяйственная характеристика Черного моря составлена с использованием литературных данных и фондовых материалов Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».

Согласно последним данным (Black sea fish check list, 2015), ихтиофауна Чёрного моря насчитывает свыше 200 видов и подвидов рыб, включая случайно попадающие в него пресноводные виды и некоторые морские, известные по единичным находкам.

Одной из черноморских акваторий, характеризующихся наиболее высоким таксономическим разнообразием ихтиофауны, является её северо-восточная часть, расположенная у берегов Кавказа. Согласно проведённым подсчётам, в ней встречается не менее 100 видов рыб (Пашков, 2001; Надолинский, 2004), в т.ч. свыше 80 видов – в районе порта Туапсе (табл.1).

Наибольшим таксономическим разнообразием отличается семейство бычковые (Gobiidae), представленное 14 видами. Семейства собачковые (Blenniidae), губановые (Labridae) и игловые (Syngnathidae) представлены пятью видами каждое. Большинство семейств включает от одного до трёх видов рыб.

В рассматриваемой акватории встречаются морские, солоноватоводные, проходные и пресноводные (единично) виды рыб. Максимальным видовым разнообразием характеризуется группа морских видов (табл. 1). Такое соотношение видов свидетельствует о выраженном морском характере ихтиофауны описываемого района Чёрного моря, что вполне соответствует условиям среды обитания – солёность по большей части акватории, за исключением мест впадения рек, составляет 17–18 ‰.

Наибольшим разнообразием отличаются отряд окунеобразных (18 семейств, 50 видов), хвостоколообразных (2 семейства, 8 видов),

камбалообразных (3 семейства, 5 видов) достаточно богаты видами отряды осетрообразных (1 семейство, 4 вида), сельдеобразных (1 семейство, 4 вида).

Помимо выше перечисленных видов на рассматриваемом участке акватории Черного моря обитают также и большое количество других менее ценных в промысловом отношении и малочисленных видов водных биологических ресурсов, составляющих основу кормовой базы ценных промысловых видов водных биологических ресурсов.

Таблица 1 – Основные виды рыб, составляющие ихтиофауну прибрежной зоны северо-восточной части Черного моря (район порта Туапсе)

| Семейство                                  | Вид                                                                     |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | 2                                                                       |
| отряд 1. Осетрообразные – Acipenseriformes |                                                                         |
| 1. Осетровые – Acipenseridae               | 1. Белуга – <i>Huso huso</i>                                            |
|                                            | 2. Русский осётр – <i>Acipenser guldenstadti</i>                        |
|                                            | 3. Севрюга – <i>Acipenser stellatus</i>                                 |
|                                            | 4. Шип – <i>Acipenser nudiventris</i>                                   |
| отряд 2. Сельдеобразные – Clupeiformes     |                                                                         |
| 2. Сельдевые – Clupeidae                   | 5. Черноморско-азовская морская сельдь –                                |
|                                            | <i>Alosa maeotica</i>                                                   |
|                                            | 6. Черноморско-азовская проходная сельдь                                |
|                                            | <i>Alosa immaculata</i>                                                 |
|                                            | 7. Черноморский шпрот (черноморская килька) – <i>Sprattus sprattus</i>  |
|                                            | 8. Сардина европейская – <i>Sardina pilchardus</i>                      |
| отряд 3. Лососеобразные – Salmoniformes    |                                                                         |
| 3. Лососевые – Salmonidae                  | 9. Черноморский лосось (кумжа) <i>Salmo trutta labrax</i>               |
| отряд 4. Угреобразные – Anguilliformes     |                                                                         |
| 4. Угревые – Anguillidae                   | 10. Речной угорь – <i>Anguilla anguilla</i>                             |
| отряд 5. – formes                          |                                                                         |
| 5. Анчоусовые – Engraulidae                | 11. Европейский анчоус – <i>Engraulis encrasicolus</i>                  |
| отряд 5. Атеринообразные – Ateriniformes   |                                                                         |
| 6. Атериновые – Atherinidae                | 12. Морской снеток, атлантическая атерина – <i>Atherina hepsetus</i>    |
|                                            | 13. Черноморская атерина (песчанка) – <i>Atherina boyeri</i>            |
| отряд 6. Трескообразные – Gadiformes       |                                                                         |
| 7. Нитепёрые налимы – Phycidae             | 14. Морской налим средиземноморский – <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> |
| 8. Тресковые – Gadidae                     | 15. Мерлан (черноморская пикша) –                                       |



|                                               |                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | Merlangius merlangus                                                                |
| отряд 7. Сарганообразные – Beloniformes       |                                                                                     |
| 9. Саргановые – Belonidae                     | 16. Черноморский сарган –<br>Belone belone euxini                                   |
| отряд 8. Ошибенеобразные – Ophidiiformes      |                                                                                     |
| 10. Ошибневые – Ophidiidae                    | 17. Ошибень – Ophidion barbatum                                                     |
| отряд 9. Катранообразные – Squaliformes       |                                                                                     |
| 11. Катрановые – Squalidae                    | 18. Акула-катран – Squalus acanthias                                                |
| отряд 10. Скатообразные – Rajiformes          |                                                                                     |
| 12. Скатовые – Rajidae                        | 19. Морская лисица (шиповатый скат) – Raja clavata                                  |
| отряд 11. Колюшкообразные – Gasterosteiformes |                                                                                     |
| 13. Колюшковые – Gasterosteidae               | 20. Трехиглая колюшка –<br>Gasterosteus aculeatus                                   |
| отряд 12. Хвостоклообразные                   |                                                                                     |
| 14. Хвостоклоловые – Dasyatidae               | 21. Морской кот (хвостокло) –<br>Dasyatis pastinaca                                 |
| 15. Иглообразные – Syngnathidae               | 22. Морское шило, змеевидная игла Nerophis ophidion, Linnaeus                       |
|                                               | 23. Черноморская шиповатая игла, пелагическая игла-рыба Syngnathus schmidtii, Popov |
|                                               | 24. Черноморская пухлощекая игла-рыба Syngnathus abaster, Risso                     |
|                                               | 25. Игла морская толсторулая Syngnathus variegatus, Pallas                          |
|                                               | 26. Обыкновенная игла-рыба Syngnathus acus, Linnaeus                                |
|                                               | 27. Тонкорулая игла-рыба Syngnathus tenuirostris, Rathke                            |
|                                               | 28. Морской конек Hippocampus hippocampus, Linnaeus                                 |
| отряд 13. Кефалеобразные – Mugiliformes       |                                                                                     |
| 16. Кефалевые – Mugilidae                     | 29. Лобан – Mugil cephalus                                                          |
|                                               | 30. Пиленгас – Liza haematocheilus                                                  |
|                                               | 31. Остронос – Liza saliens                                                         |
|                                               | 32. Сингиль – Liza aurata                                                           |
| отряд 14. Окунеобразные – Perciformes         |                                                                                     |
| 17. Лавраковые – Moronidae                    | 33. Полосатый окунь – Morone saxatilis                                              |
|                                               | 34. Лаврак – Dicentrarchus labrax                                                   |
| 18. Окуневые – Percidae                       | 35. Перкарина – Percarina demidoffi                                                 |



|                                          |                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 19. Луфаревые – Pomatomidae              | 36. Луфарь – Pomatomus saltatrix                                  |
| 20. Ставридовые – Carangidae             | 37. Черноморская ставрида – Trachurus mediterraneus ponticus      |
| 21. Спаровые (Морские караси) – Sparidae | 38. Морской карась, ласкирь – Diplodus annularis                  |
|                                          | 39. Зубарик – Puntazzo puntazzo                                   |
|                                          | 40. Сальпа – Sarpa salpa                                          |
|                                          | 41. Бопс – Boops boops                                            |
| 22. Смаридовые – Centracanthidae         | 42. Зубан, синагрида – Dentex dentex                              |
|                                          | 43. Морской окунь, спикара – Spicara flexuosa                     |
| 23. Серрановые – Serranidae              | 44. Смарида – Spicara smaris                                      |
| 24. Помоцентровые – Pomacentridae        | 45. Каменный окунь – Serranus scriba                              |
| 25. Песчанковые – Ammodytidae            | 46. Ласточка, монашка – Chromis chromis                           |
| 26. Морские дракончики – Trachinidae     | 47. Голая песчанка, пескорой – Gymnammodytes cicerelus            |
| 27. Звездочётовые – Uranoscopidae        | 48. Морской дракончик, змейка – Trachinus draco                   |
| 28. Троепёры – Tripterygiidae            | 49. Звездочет, морская корова – Uranoscopus scaber                |
| 29. Собачковые – Blennidae               | 50. Троепёр черноголовый – Tripterygion tripteronotus             |
|                                          | 51. Морская собачка-сфинкс – Aidablennius sphynx                  |
|                                          | 52. Морская собачка-павлин – Salaria pavo                         |
|                                          | 53. Морская собачка зеленая – Parablennius incognitus             |
|                                          | 54. Морская собачка обыкновенная – Parablennius sanguinolentus    |
|                                          | 55. Морская собачка длиннощупальцевая – Parablennius tentacularis |
| 30. Лировые – Callionymidae              | 56. Хохлатая морская собачка – Coryphoblennius galerita           |
|                                          | 57. Бурая пескарка – Callionymus pusillus                         |
|                                          | 58. Малая морская мышь – Callionymus risso                        |
| 31. Горбылёвые – Sciaenidae              | 59. Рыба-лира – Callionymus lyra                                  |
|                                          | 60. Светлый горбыль – Umbrina cirrosa                             |
| 32. Султанковые – Mullidae               | 61. Темный (черный) горбыль – Sciaena umbra                       |
| 33. Губановые – Labridae                 | 62. Черноморская барабуля – Mullus barbatus                       |
|                                          | 63. Глазчатый губан – Crenilabrus ocellatus                       |
|                                          | 64. Рябчик – Crenilabrus cinereus                                 |
|                                          | 65. Рулена – Symphodus tinca                                      |

|                                                      |                                                                   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                      | 66. Носатый губан – <i>Symphodus rostratus</i>                    |
|                                                      | 67. Перепелка – <i>Symphodus roissali</i>                         |
| 34. Бычковые – <i>Gobiidae</i>                       | 68. Леопардовый лысун – <i>Pomatoschistus marmoratus</i>          |
|                                                      | 69. Малый лысун – <i>Pomatoschistus minutus</i>                   |
|                                                      | 70. Бычок-пангелль – <i>Gobius paganellus</i>                     |
|                                                      | 71. Бычок-кругляш – <i>Gobius cobitis</i>                         |
|                                                      | 72. Афия, бланкет – <i>Aphyia minuta</i>                          |
|                                                      | 73. Бычок-рысь – <i>Gobius bucchichi</i>                          |
|                                                      | 74. Бычок-мартовик – <i>Mesogobius batrachosephalus</i>           |
|                                                      | 75. Бычок-кругляк – <i>Neogobius melanostomus</i>                 |
|                                                      | 76. Бычок-песочник – <i>Neogobius fluviatilis</i>                 |
|                                                      | 77. Бычок-губан – <i>Neogobius platyrostris</i>                   |
|                                                      | 78. Черный бычок – <i>Gobius niger</i>                            |
|                                                      | 79. Бычок-ширман – <i>Neogobius syrman</i>                        |
|                                                      | 80. Бычок-ротан – <i>Neogobius ratan</i>                          |
|                                                      | 81. Бычок-рыжик – <i>Neogobius euryccephalus</i>                  |
|                                                      | 82. Бычок-цуцик – <i>Proterorhinus marmoratus</i>                 |
| отряд 15. Камбалообразные – <i>Pleuronectiformes</i> |                                                                   |
| 35. Скофталмовые (ромбовые) – <i>Scophthalmidae</i>  | 83. Черноморский калкан – <i>Scophthalmus maeoticus</i>           |
| 36. Камбаловые – <i>Pleuronectidae</i>               | 84. Глосса – <i>Platichthys flesus luscus</i>                     |
| 37. Солеевые – <i>Soleidae</i>                       | 85. Носатая солея, морской язык – <i>Solea nasuta</i>             |
|                                                      | 86. Малый морской язык, желтая солея – <i>Buglossidium luteum</i> |
|                                                      | 87. Европейская солея, морской язык – <i>Solea solea</i>          |
| 16. Скорпенообразные                                 |                                                                   |
| 38. Скорпеновые – <i>Scorpaenidae</i>                | 88. Скорпена, морской ёрш – <i>Scorpaena porcus</i>               |
| 39. Тригловые – <i>Triglidae</i>                     | 89. Желтая тригла – <i>Chelidonichthys lucernus</i>               |
|                                                      | 90. Серая тригла, морской петух – <i>Eutrigla gurnardus</i>       |
|                                                      | 91. Красная тригла, морской петух – <i>Aspitrigla cuculus</i>     |

По отсутствию либо наличию миграций рыбы, обитающие в рассматриваемой акватории, образуют две экологические группы: мигранты и оседлые.

Первые совершают перемещения на определённые расстояния, меняя в течение года районы своего месторасположения, а иногда и биотопы. Они осуществляют зимовальные, кормовые (нагульные), нерестовые миграции. К числу типичных мигрантов относится черноморская ставрида. Обширные

миграции с апреля по октябрь совершает в прибрежной зоне черноморская султанка (барабуля).

Оседлые виды рыб встречаются в характеризуемой акватории круглогодично. Некоторые из них активны в течение всего года, а наиболее теплолюбивые в зимний период снижают свою двигательную активность. Именно оседлые виды рыб составляют основу ихтиофауны рассматриваемой акватории.

Вместе с тем, мигрирующие виды играют важную роль в функционировании ихтиоценозов моря, так как обычно достигают высокой численности. В период нахождения у берегов они могут на время существенно изменять структуру прибрежных сообществ рыб.

Рыбы, обитающие в рассматриваемой акватории, осваивают различные биотопы. Среди них есть донные, придонные и пелагические виды. Донные рыбы подавляющее большинство времени проводят на дне, поднимаясь в толщу воды только для незначительных перемещений. Придонные обычно держатся у дна на некотором расстоянии от него (обычно 0,1–1,0 м).

Также разнообразны рыбы прибрежной зоны моря по особенностям биологии размножения. Среди них присутствуют виды, вымётывающие икру в толщу воды (пелагофилы), на твёрдый субстрат (литофилы), на растительность (фитофилы), песок (псаммофилы), строящие гнёзда, яйцеживородящие, яйцекладущие, а также вынашивающие икру и личинок. Наибольшего видового разнообразия достигают представители двух групп – пелагофилы и гнездовые.

Таким образом, ихтиофауна Чёрного моря у берегов порта Туапсе в экологическом плане достаточно разнообразна.

При этом необходимо отметить, что постоянно в рассматриваемом районе обитает значительно меньше, порядка 25-30 видов. Остальные встречаются достаточно редко и в незначительных количествах.

#### *Основные промысловые виды рыб*

К промысловым рыбам можно отнести шпрота, мерланга, ставриду, барабулю, черноморскую камбалу калкан, акулу катран, морскую лису, кефалей: сингиль, лобан и пиленгас. Второстепенное значение имеют смарида, сарган, атерина, морской карась, морской кот, бычки, остронос, хамса и камбала Глосса.

Черноморский шпрот (черноморская килька) (*Sprattus sprattus*) – холодолюбивая рыба, по происхождению относится к бореально-атлантическим реликтам. Нагуливается в шельфовой зоне моря с марта по октябрь. В конце нагульного периода – в октябре, происходит интенсивное созревание рыб, сопровождаемое массовой нерестовой миграцией производителей в открытое море за пределы шельфа. Нерест проходит с октября по март с пиком размножения в зимние месяцы. Растянутость нерестового периода объясняется постепенностью созревания и многопорционностью икрометания. По окончании нереста, обычно в марте-апреле, шпрот совершает обратные нагульные миграции из открытой в шельфовую часть моря. Первоначально шпрот образует скопления у свала глубин над изобатами 70-100 м. В конце апреля – начале мая, в связи с



выходом на шельф всех размеренных групп шпрота, начинается интенсивное формирование его промысловых скоплений на глубинах от 25 до 70 м. Миграция на шельф завершается, в основном, к концу июня. Плотность и места локализации шпрота на шельфе зависят от времени суток, гидрометеорологической обстановки и концентрации кормового зоопланктона. В этот период у него четко выражены суточные вертикальные миграции. В светлое время суток он образует придонные скопления, с наступлением вечерних сумерек – отрывается от грунта и рассеивается в толще воды под слоем термоклина. Такие особенности поведения позволяют проводить траловый промысел в шельфовой зоне в светлое время суток с апреля по октябрь. Питается холодноводными зоопланктонными организмами (калянусом, акарцией, сагиттой и др.)

Хамса (европейский анчоус) (*Engraulis encrasicolus*) – является одним из массовых промысловых видов рыб. Весенние миграции ее начинаются в апреле-мае, осенние – в сентябре-октябре. В апреле миграции происходят, в основном, над глубинами 6-12 м, в мае – над 10-20 м. Во время весенних миграций рассеивается для нереста и нагула, держась в верхних, наиболее прогретых слоях воды. Основной промысел хамсы осуществляется кошельковыми неводами. Осенью и в начале зимы (ноябрь-декабрь) она держится ночью в поверхностных слоях воды, а днем опускается на глубину 20-50 м. По мере снижения температуры воды (январь) эти суточные вертикальные миграции, которые, видимо, имеют защитное значение, прекращаются: хамса опускается еще в более глубокие слои воды (более 45-60 м), где держится до весны. Места зимовки не остаются постоянными: в более теплые годы они располагаются севернее, в более холодные – южнее. Хамса является планктофагом, питается, в основном, копеподами и кладоцерами, в районах с большими глубинами – холодноводными планктонными организмами (калянусами, псевдокалянусами, сагиттами).

Черноморская барабуля (султанка) (*Mullus barbatus*) – миграционные пути черноморской барабули, как и хамсы, проходят в узкой прибрежной зоне на глубине до 20 метров. Барабуля – бентофаг, образует в Черном море две экологические формы – жилую и мигрирующую. Первая форма обитает вдоль Кавказского побережья, держится локально и совершает миграции весной на малые глубины (10-12 м) для нереста и нагула, осенью – на глубины 50-80 м для зимовки. Вторая форма весной мигрирует вдоль берегов Кавказа и Крыма на север, доходя до Керченского предпроливья, где нерестится и нагуливается. Значительная часть барабули для нагула заходит в Азовское море. Осенью происходят обратные миграции вдоль Кавказского побережья на юг до Сочи и далее. В июне-июле барабуля отходит с мелководий на глубины 20-30 м, а в августе - сентябре – на 25-40 м, зимует на глубине 60-70 м. Питается, в основном, донными беспозвоночными такими, как мелкие ракообразные, полихеты, молодь моллюсков, отчасти крабы.

Черноморская (средиземноморская) ставрида (*Trachurus mediterraneus*) – в Черном море представлена двумя формами – мелкой и крупной. Мелкая ставрида – постоянная обитательница Черного моря. Здесь происходит ее нерест, откорм, зимовка на глубине до 100 м в южных районах ближе к Грузии. Крупная ставрида появляется спорадически. Осенние миграции происходят ближе к берегам, чем

весенние. При весенних миграциях ставриды ее косяки часто задерживаются в местах скопления хамсы, которой они питаются. Ко времени начала нереста весенние миграции прекращаются, большие косяки распадаются на более мелкие. Косяки рыб держатся на глубине 20-40 м. Черноморская ставрида является типично стайной пелагической рыбой. Питается, в основном, мелкой рыбой (хамсой, шпротом, атериной, мелкими бычками и др.) и ракообразными (креветками, мизидами, амфиподами и т.д.).

Мерланг (черноморская пикша) (*Merlangius merlangus*) – встречается повсеместно в шельфовой зоне до глубин 80-100 м, иногда до 140 м. Нерест порционный, круглогодичный. Зимой мерланг нерестится в верхнем 80-метровом слое воды, летом – в пределах холодного промежуточного слоя при температуре воды 6-12 °С. Мерланг совершает сравнительно небольшие сезонные миграции, подходит в холодное время года в прибрежные области и отходит от берегов на глубины в теплое, причем, зимние подходы к берегам является лишь расширением ареала, т.к. и в это время встречаются на различных глубинах, как вблизи берегов, так и в отдалении от них. Высоких и устойчивых концентраций ни в один из периодов жизни не образует и уловы на протяжении всего года никогда не бывают значительными. Питается в основном, рыбой (шпротом, ставридой, смаридой и др.), креветками, крабами, полихетами и т.д.

Из представителей семейства кефалевые на рассматриваемой акватории Черного моря встречаются азово-черноморские кефали: лобан, сингиль, остронос, акклиматизант дальневосточная кефаль-пиленгас. Зимует в бухтах и заливах, иногда в Черном море на глубине свыше 60-70 м. С середины – конца марта начинают подходить к берегам на глубину 15-20 м, где и происходит их основной промысел. Массовый ход отмечается в начале мая, в основном, взрослых форм, молодь встречается сравнительно в небольшом количестве. Для нагула заходят в лагуны, заливы, лиманы. Весенний ход заканчивается в конце мая – начале июня и начинается их икрометание, которое продолжается до конца августа – середины октября. Во время нереста держится разреженно. Детритофаги, так как основной пищей их является детрит и обрастания, животная и растительная пища в питании имеет небольшое значение.

Начиная с 1992-1997 гг. в Черном море в больших количествах встречается дальневосточная кефаль-пиленгас, которая была успешно акклиматизирована в Азово-Черноморском бассейне. Основными объектами питания кефали-пиленгас являются зоопланктеракарция, а также фитопланктон.

Черноморская камбала-калкан (*Scophthalmus maeoticus*) – обитает до глубины 120-140 м, преимущественно на песчаных и илисто-песчаных грунтах. Взрослый калкан малоподвижен, образует локальные скопления, совершающие незначительные перемещения. В начале весны (март) он передвигается к берегам и концентрируется на глубинах 20-50 м для нереста. Нерест длится с конца марта до середины июня, при температуре воды 8-12 °С. Разгар нереста наблюдается в апреле или мае в зависимости от температурных условий. Икра и личинки пелагические. Сформировавшиеся мальки опускаются на дно. В июле-августе основная часть рыб уходит на большую глубину (70-90 м), вновь приближаясь к берегам в поисках пищи в октябре-ноябре. Зимует, в основном, на глубине 75-110 м. Черноморская камбала-калкан – хищник, питается рыбой, ракообразными



и моллюсками. Наиболее интенсивное питание отмечается зимой, в летний период – заметно слабее.

Акула-катран (*Squalus acanthias*) – типичный хищник, обитает в придонном слое. Общая длина тела самок до 180 см, самцы мельче. Масса до 15 кг. Окраска серовато-коричневая, на спине более темная, с редкими белыми пятнышками на боках, брюхо белое или серовато-белое. Шипы спинных плавников короткие. Расстояния между ноздрями и от ноздрей до конца роострума также практически равны. Второе антедорсальное расстояние более чем в 2,5 раза превышает междорсальное расстояние. Длина рыла не превышает половины длины головы. Ареал черноморского катрана охватывает Чёрное море и прилегающие участки Керченского пролива, изредка он заплывает в южную часть Азовского моря. Обитает в прибрежных водах на глубине до 120 м, однако встречается и вдали от берегов над большими глубинами. Придерживается вод с температурой от 6-8 до 16 °С. К берегам подходит при весеннем прогревании воды и при осеннем похолодании. Держится стаями от поверхности до глубины 70 м. Днём у дна, ночью поднимается к поверхности. Большинство самок становится половозрелыми в возрасте 17 лет при длине тела 125-130 см (некоторые в 13-14 лет при 110-115 см длины), самцы – в возрасте 13-14 лет при длине 100-110 см. У румынского побережья спаривание происходит в начале весны, по одним данным, с начала апреля по май на глубине 40-55 м, по другим – с конца февраля по начало марта на глубине 55-90 м. Оплодотворение внутреннее. В конце мая сначала самцы, а затем самки, отходят на глубины более 60 м. Развитие яиц и эмбрионов в теле самки длится около 18 месяцев. В обоих яйцеводах самки находится в большинстве случаев 10-12 эмбрионов (у некоторых до 26-29 эмбрионов), кроме которых имеется еще около 18 развивающихся яиц. В октябре – ноябре катраны возвращаются к берегам на глубины 25-35 м для рождения потомства, которое также происходит в определённых местах (напротив мыса Сингол). Акулы яйцеживородящие. Плодовитость самок составляет 8-12 мальков. Молодь рождается 23-28 см длиной (изредка до 33 см). После родов взрослые катраны возвращаются обратно на те же глубины, что и летом. В южной части Керченского пролива в начале весны пребывают на глубине 15-20 м, затем отходят в Чёрное море на глубину 25-30 м. Летом и осенью самцы и самки держатся обособленными стаями.

#### *Особо охраняемые виды рыб*

В акватории Чёрного моря в рассматриваемом районе встречается три вида рыб, внесённых в Красную книгу России (2001, в ред. Приказа Министерства Природных ресурсов России №162 от 24.03.2020 г. «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации») и восемь видов, включённых в Красную книгу Краснодарского края (2017) (таблица 2).

Таблица 2 – Редкие охраняемые виды рыб прибрежной зоны северо-восточной части Черного моря (район порта Туапсе) и их природоохранный статус

| №<br>п/<br>п | Вид (или подви́д)                                                           | Красная книга России<br>(2001)                                                                    | Красная книга<br>Краснодарского края<br>(2017) |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1            | 2                                                                           | 3                                                                                                 | 4                                              |
| 1.           | <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> –<br>русский осётр                         | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии»     |
| 2.           | <i>Acipenser stellatus</i> –<br>севрюга                                     | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии»     |
| 3.           | <i>Acipenser nudiiventris</i> – шип                                         | –                                                                                                 | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии»     |
| 4.           | <i>Huso huso</i> – белуга                                                   | 1 – Находящийся под угрозой исчезновения КР<br>– Находящийся под критической угрозой исчезновения | 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии»     |
| 5.           | <i>Salmo trutta labrax</i> –<br>черноморская кумжа<br>(лосось черноморский) | 1 – Находящийся под угрозой исчезновения<br>II – Исчезающий                                       | 2 ИС «Исчезающие»                              |
| 6.           | <i>Chelidonichthys lucerna</i> – жёлтая<br>тригла                           | –                                                                                                 | 2 УВ «Уязвимые»                                |
| 7.           | <i>Umbrina cirrosa</i> –<br>горбыль светлый                                 | –                                                                                                 | 2 УВ «Уязвимые»                                |
| 8.           | <i>Hippocampus hippocampus</i> –<br>морской конёк                           | 2 – Сокращающийся в численности и / или распространении<br>У – Уязвимый                           | 3 УВ «Уязвимые»                                |

На рассматриваемом участке Чёрного моря ряд видов нуждаются в особой охране. Белуга занесена в Красную Книгу РФ и практически не встречается в водах рассматриваемого участка. В Красную книгу внесены черноморский лосось (черноморская кумжа) и морской петух – желтоперая тригла. Правилами рыболовства также запрещен вылов морских коньков, светлого горбыля, как видов, нуждающихся в дополнительной охране.

Осетровые. Белуга, шип, русский осётр и севрюга – встречаются в единичных экземплярах в течение всего года. Обитают они на глубинах от 10 до 100 м. Атлантический осётр в российской зоне встречается только в районе порта Туапсе в единичных экземплярах на глубинах около 50 м. Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна вылов всех видов осетровых в Чёрном море запрещен, а в случае поимки должны быть немедленно выпущены в водоем. Осетровые также попадают под действие Конвенции СИТЕС, которой запрещается торговля и перемещение через границы

государств как живых осетровых (в т.ч. оплодотворенной икры), так и продукции из них (пищевая икра, осетрина, балык), включая дериваты (чучела, сувениры, вязига и др.).

Белуга (*Huso huso*) занесена в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесена к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения». В Красном Списке МСОП категория «Находящиеся на грани полного исчезновения».

Русский осетр (*Acipenser guldenstadtii*) занесен в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесен к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения». В Красном Списке МСОП категория «Находящиеся на грани полного исчезновения».

Шип (*Acipenser nudiiventris*) занесен в Красную книгу Краснодарского края, категория 1 КС «Находящиеся в критическом состоянии». В Красной книге РФ отнесен к категории 1 «Находящиеся на грани исчезновения».

Черноморский лосось (кумжа) (*Salmo trutta labrax*) – редкий вид в Черном море, занесен в Красную книгу Краснодарского края категория 2 «Исчезающие». В Красную книгу Российской Федерации категория «1 – Находящиеся под угрозой исчезновения». В Красном Списке МСОП относится к категории «Вызывающие наименьшие опасения». Нерестится в горных реках по Кавказскому побережью. Морской период жизни изучен слабо, вследствие малочисленности вида.

Светлый горбыль (*Umbrina cirrosa*) – до последних лет излюбленный объект подводной охоты. Также стал достаточно редким. Внесен в Красную книгу Краснодарского края – категория 3 «Уязвимые». Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна запрещен к вылову.

Тригла желтая (морской петух) (*Chelidonichthys lucernus*). Красивая рыба, привлекательная для изготовителей сувениров и подводных охотников. Загрязнение морской среды и вызванное этим ухудшение условий воспроизводства, а также незаконный вылов сделали этот вид в последнее десятилетие достаточно редким. Как мера строгой охраны вид занесен в Красную книгу Краснодарского края категория 3 «Уязвимые». В Красном Списке МСОП относится к категории «Находящиеся под наименьшей угрозой исчезновения».

Морской конек (*Hippocampus hippocampus*) – обитает на небольших глубинах, на зарослях подводной растительности, отмечается повсеместно и в достаточно больших количествах на глубинах от 1 до 30 м. Внешне очень характерная эффектная форма, сохраняющаяся после высушивания, обусловила значительный интерес к этому виду изготовителей сувенирной продукции, что могло полностью подорвать запас этого вида. В качестве мер охраны вид внесен в Красную книгу Краснодарского края – категория 3 «Уязвимые». Вид включен в Красный Список МСОП в категории «Недостаточно данных». Вылов (добыча) морского конька запрещен действующими Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.



*Охраняемые виды морских млекопитающих*

Видовой состав водных биологических ресурсов на рассматриваемом участке Черного моря кроме перечисленных выше видов рыб представлен также млекопитающими:

Афалина (*Tursiops truncatus ponticus*). Черноморская афалина относится к семейству Дельфиновых – *Delphinidae*. Тело плотное, бомбообразное, с высоким серповидным спинным плавником, задний край которого глубоко вырезан. Рострум широкий у основания, нижняя челюсть слегка выдвинута вперед по отношению к верхней, что создаёт впечатление улыбающегося животного. Зубы крупные, конической формы на обеих челюстях. Самый крупный дельфин Азово-Черноморского бассейна, длина которого достигает 3,3 м, масса – 200 кг. Обычно встречаются взрослые животные длиной 1,8 – 2,5 м. Живёт до 30 лет и более. Половозрелость у самок наступает в возрасте 5-12 лет, у самцов 8 – 15 лет. Спариваются в течение всего года, но в основном весной и летом. Беременность длится один год, лактация 5 – 18 месяцев. Периоды беременности чередуются с периодом яловости, длящимся до 6 лет. В рацион взрослых афалин входят кефали (сингиль, лобан, остронос, пиленгас), ставрида, хамса, атерина, сельдь, камбала, барабуля, мерланг, а также другие пелагические и донные рыбы.

Дельфин-азовка, морская свинья (*Phocoena phocoena relicta*). Дельфин азовка относится к семейству *Phocoenidae*. Его характерными признаками являются короткая голова с закругленной тупой мордой с мощной жировой подушкой, сигарообразное тело, низкий спинной плавник треугольной формы с широким основанием, закругленные концы грудных плавников. Окраска спины тёмно-серая, брюхо белое. У черноморских берегов Крыма встречается в течение всего года, у азовских появляется ранней весной и уходит осенью вслед за косяками хамсы и атерины. Резкое похолодание и оледенение Азовского моря в отдельные годы приводит к их гибели во льдах. Зимуют в основном у берегов Южного Крыма и Кавказа. Обычно эти дельфины держатся группами от 5 до 25-30 экз., но встречаются и одиночные особи. В летний период азовку можно часто наблюдать в Керченском проливе охотящейся за кефалью, мигрирующей из Черного в Азовское море и обратно. Может заходить в реки. Длина азовки не превышает 1,8 м, масса-30 кг. Обычная длина 1,3- 1,5 м. Предельный возраст в основном 12 лет, наступление половой зрелости в 3-4 года. Период беременности длится 9-11 месяцев, рождение детёнышей происходит в мае — августе, кормление молоком длится 5-6 месяцев. В состав пищи входят бычки, мерланг, хамса, атерина, тюлька, шпрот и другие мелкие рыбы. Ежедневно дельфин — азовка поедает до 5-3 кг рыбы.

Дельфин-белобочка (*Delphinus delphis*). Черноморский дельфин-белобочка относится к семейству *Delphinidae*. Тело его веретенообразное с высоким спинным плавником серповидной формы, голова заканчивается хорошо выделенным рострумом. Окраска спины черно-коричневая, брюхо белое. По бокам, на уровне спинного плавника, белый цвет вклинивается в тёмную окраску — отсюда и название – белобочка. Челюсти, верхняя и нижняя, снабжены мелкими многочисленными остроконечными зубами. Длина тела взрослых особей обычно 1,5-1,8 м., максимальная – до 2,2 м., масса – до 100 кг,

продолжительность жизни 20-30 лет. Самки созревают в 2-4 года, самцы – в 3-4. Спаривание происходит с конца весны до осени. Срок вынашивания плода 9-11 месяцев. Кормление – 1,0-1,5 года. Как и у азовки, основу рациона составляют шпрот и хамса, но диета белобочки значительно разнообразнее. В составе пищи отмечаются мерланг, барабуля, ставрида, сарган, морская игла, сельдь, луфарь, зеленушка и др. мелкие рыбы. В последние годы к объектам питания прибавился пиленгас – вселенец из дальневосточных морей. Вообще же белобочка предпочитает открытые воды Черного моря и не встречается в Азовском. Этот вид – самый многочисленный среди морских млекопитающих Черного моря; встречаются они стаями от 2-5 до 30-40 особей и могут образовывать скопления из нескольких групп.

### *Высшие ракообразные*

Креветки относятся к плавающим десятиногим ракам, в Черном море их 11 видов из 5 семейств.

Из отряда Десятиногие (Decapoda) наиболее распространенным считается семейство Palaemonidae, представленное только одним родом *Palaemon* тремя видами, такими как зубчатый палемон (*P. serratus*), каменный или стройный палемон (*P. elegans*) и травяной палемон (*P. adspersus*).

В Чёрном море также обитает еще один представитель Класа Ракообразные (Crustacea) из семейства Crangonidae и рода *Crangon fabricius*, представленный креветкой крангон (*Crangon crangon*).

Недавно появилась зелёная тигровая креветка – *Penaeus semisulcatus*.

От мыса Тузла до Анапы (Таманский полуостров), где преобладают песчаные и илисто-песчаные грунты на дне, доминирует креветка крангон. От мыса Утриш и включительно до Сухуми в уловах будет преобладать креветка каменный палемон.

Травяной палемон или черноморская травяная креветка (*Palaemon adspersus*) – типичный обитатель мелководных песчаных и галечных банок, обильно поросших зарослями филлофоры и зостеры. Имеет максимальные размеры до 70 мм и вес до 8 граммов. Данный вид креветок хорошо переносит перепады солености и может обитать, как в опресненных лиманах (с соленостью 7-8 промилле), так и бассейнах, имеющих соленость Мирового океана (30-35 промилле).

Крангон или плоская креветка (*Crangon crangon*) вырастает до максимального размера 70 мм и веса 6 грамм. Крангон обитает на песчаном грунте или на участках дна с мелкой галькой, покрытых зарослями водорослей зостеры и цистозиры, на глубине 3-30 м, где держится большими скоплениями. Как и донные рыбы он может менять цвет в зависимости от освещенности и цвета грунта – в его ветвистых пигментных клетках – хроматофорах есть пигментные зерна черного, белого, желтого и красного цветов, которые могут собираться в комок в центре клетки, тогда крангон становится бесцветным, а могут распределяться по хроматофору, придавая кутикуле окраску.

Крабы представлены следующими семействами: Xanthidae (*Eriphia verrucosa*, *Xanthoporella*, *Pilumnushirtellus*), Portunidae (*Carcinus* *tuarii*), Grapsidae (*Pachygrapsus marmoratus*), Majidae (*Macropodia longirostris*). В Черном



море 18 видов крабов, из них характерны для прибрежной зоны Анапской бухты следующие виды: травяной краб (*Carcinus maenas*), крабы-плавунцы (*Mastoripus holsatus*).

Также в рассматриваемой акватории присутствовали раки-отшельники (*Diogenes pugilator*), рачки-гаммарусы (*Gammarus gammarus*).

#### Вселенцы

*Mnemiopsis leidyi* – гребневик, широко распространённый тип морских животных, обитающий в морской воде в тёплых краях и напоминающий медузу. Внешне мнемииопсисы легкие, прозрачные, с юбочками-лопастями и гребными пластинами. У них нет мозга, сердца, скелета, зато есть нервная система, орган равновесия и способность к люминесценции. Мнемииопсис – хищник, питающийся зоопланктоном, икринками, личинками рыб и моллюсков. На свету переливается яркими цветами, ночью придает морским волнам желтоватое люминисцентное свечение.

В 1987 году мнемииопсис попал в воды Черного моря с балластными водами судов. Мнемииопсис обладает многими характеристиками идеального вселенца. Он является одновременно самооплодотворяющимся гермафродитом; всеядным – потребляющим широкий спектр кормов; выживает в широком диапазоне условий окружающей среды с варьированием солености от 3,4 до 75 промилле и температур от 1,3°C до 32°C. При оптимальной температуре (выше 20°C) он развивается очень быстро, достигая своей половой зрелости за 12 дней.

Более того, отмечается высокая устойчивость и низкая чувствительность мнемииопсиса к различным загрязняющим веществам. Этого вселенца обнаруживали даже в акватории портов, в месте стоянки судов, где водная среда была загрязнена бензином и маслом. Особи гребневика разных возрастов и размеров прекрасно себя чувствовали в смеси воды и нефтепродуктов.

В Черном море у мнемииопсисов не оказалось естественных хищников, и они начали стремительно размножаться, пожирая планктон, икру и мальков рыб. В благоприятных условиях гребневик может съесть в день в десять раз больше собственной массы. В зависимости от количества пищи, он может увеличиваться в размерах в два раза за сутки и откладывать 8 тыс. яиц в день. За десять лет его общая биомасса в Черном море достигла миллиарда тонн, а численность местных рыб-планктофагов (хамсы, ставриды, шпрота) резко сократилась. Резко снизилась прозрачность воды, поскольку уничтоженный зоопланктон более не поедает мелкие водоросли, кроме того, этот гребневик в процессе жизнедеятельности выделяет колоссальное количество слизи.

Гребневик Берое (*Beroe ovata*) – это вид — монофаг. В его рационе — только гребневники. В отличие от мнемииопсиса берое не может переварить зоопланктон, икру, медуз и мальков рыб, а питается исключительно гребневином мнемииопсис. Он не имеет щупалец, но почти все его тело – это одна сплошная глотка. Берое либо затягивает мнемииопсиса в себя постепенно, либо заглатывает сразу через широко открытое ротовое отверстие, при этом все тело хищника вздувается. Через 3-5 часов берое переваривает жертву и сразу может заглатывать следующую. На свету берое имеет желтовато-розовую окраску, в темноте становится молочно-белым.

Внедрение и размножение берое привело к резкому уменьшению биомассы мнемнописиса и, как следствие, к росту зоопланктона и личинок рыб, а позднее и рыбных запасов Черного моря.

### *Ихтиопланктон*

Северо-восточная часть Чёрного моря издавна рассматривается как нерестовый и нагульный район важных в промысловом отношении рыб, таких как хамса, шпрот, ставрида. Известно, что эмбриональный и постэмбриональный периоды развития рыб отличаются повышенной чувствительностью к изменениям факторов среды, в том числе к антропогенным воздействиям. Поэтому численность и таксономический состав ихтиопланктона (икра и личинки рыб) являются важными диагностическими признаками состояния нерестовых популяций рыб и пелагической экосистемы в целом.

Черноморских рыб по способам размножения можно разделить на 5 групп: живородящие – акула-катран, морской кот; вынашивающие икру в специальных выводковых камерах – морской конек и иглы; рыбы с пелагической икрой – шпрот, хамса, мерланг, морской налим, все кефали, каменный окунь, луфарь, ставрида, горбыли, морской карась, зубарик, боопс, барабуля, гребенчатый губан, морской дракон, звездочет, ошибень, морские мыши, пелагида, скорпена, морской петух, арноглосса, камбала-калкан, глосса, морской язык; рыбы, откладывающие икру (яйца) на грунт, водоросли и различные предметы – морская лиса, сарган, атерины, песчанка, морские присоски-уточки; рыбы, откладывающие икру в гнезда, охраняющие потомство – колюшки, смарида, ласточка, зеленушки (рябчик, глазчатый губан, перепелка, рулена, носатый губан), все собачки и бычки.

Эмбриональный и постэмбриональный периоды в жизненном цикле рыб имеют определяющее значение в формировании их запасов. Более 90 % видов рыб в Чёрном море являются пелагофилами, то есть выбрасывают половые продукты в толщу воды, где происходит оплодотворение икры и её эмбриональное развитие. При этом у подавляющей части видов икра с положительной плавучестью. Благодаря такому приспособлению икра всплывает в поверхностные слои и не попадает в зараженные сероводородом горизонты моря. Кроме того, некоторые лито- и фитофилы на стадии личинки обитают в пелагиали моря (сарган, атерины, песчанка, отдельные виды бычков и др.).

В ихтиопланктоне северо-восточной части Черного моря встречается молодь рыб на всех этапах и фазах развития, от икринки до малька. Основным местом концентрации рыб на этих стадиях развития является гипонейстон – приповерхностный 5 см слой водной толщи.

Зимой ихтиопланктон в северо-восточной части Черного моря представлен 5-7 видами (шпрот, мерланг, трёххвостый морской налим, камбала-глосса, песчанка и др.). Весенний ихтиопланктон носит смешанный характер. Основу его составляет икра и ранняя молодь холодолюбивых рыб. Однако с началом прогрева воды в уловах ихтиопланктонных сетей начинает встречаться икра и личинки теплолюбивых рыб средиземноморского комплекса. Пик их нереста приходится на июнь-июль. Проведенные ФГУП «АзНИИРХ» исследования в

1993-2006 гг., обобщенные В.П. Надолинским, показали, что в толще воды в российской части Черного моря встречается икра, личинки и мальки более чем 60 видов рыб (таблица 3).

Таблица 3 – Видовой состав и стадии развития видов рыб в ихтиопланктоне северо-восточной части Черного моря

| Название вида                               |                                   | Стадия развития |       |       |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|
| Русское                                     | Латинское                         | Икра            | Личин | Мальк |
| 1                                           | 2                                 | 3               | 4     | 5     |
| шпрот                                       | <i>Sprattus sprattus</i>          | +               | +     | +     |
| хамса                                       | <i>Engraulis encrasicolus</i>     | +               | +     | +     |
| черноморский сарган                         | <i>Belone belone euxini</i>       | -               | +     | +     |
| морской налим                               | <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> | +               | +     | -     |
| мерланг                                     | <i>Merlangius merlangus</i>       | +               | +     | +     |
| трехиглая колюшка                           | <i>Gasterosteus aculeatus</i>     | +               | +     | -     |
| морской конек                               | <i>Hippocampus hippocampus</i>    | -               | +     |       |
| змеевидная игла-рыба,<br>морское шило       | <i>Nerophis ophidion</i>          | -               | +     | +     |
| пухлощекая игла-рыба                        | <i>Syngnathus abaster</i>         | -               | -     | +     |
| шиповатая игла-рыба                         | <i>Syngnathus schmidt</i>         | -               | -     | +     |
| тонкорылая игла-рыба                        | <i>Syngnathus tenuirostris</i>    | -               | -     | +     |
| длиннорылая игла-рыба                       | <i>Syngnathus typhle</i>          | -               | -     | +     |
| толсторылая игла-рыба                       | <i>Syngnathus variegatus</i>      | -               | -     | +     |
| лобан                                       | <i>Mugil cephalus</i>             | +               | +     | +     |
| сингиль                                     | <i>Liza aurata</i>                | +               | +     | +     |
| остронос                                    | <i>Liza saliens</i>               | +               | +     | +     |
| пиленгас                                    | <i>Liza haematocheilus</i>        | +               | -     | -     |
| атерина                                     | <i>Atherina boyeri</i>            | -               | +     | +     |
| мелкочешуйная атерина,<br>морской снеток    | <i>Atherina hepsetus</i>          | -               | +     | +     |
| каменный окунь                              | <i>Serranus scriba</i>            | +               | +     | -     |
| луфарь                                      | <i>Pomatomus saltatrix</i>        | +               | +     | -     |
| ставрида                                    | <i>Trachurus mediterraneus</i>    | +               | +     | +     |
| темный горбыль                              | <i>Sciaena umbra</i>              | +               | +     | -     |
| морской окунь, спикара                      | <i>Spicara flexuosa</i>           | -               | +     | -     |
| барабуля                                    | <i>Mullus barbatus</i>            | +               | +     | +     |
| ласточка, монашка                           | <i>Chromis chromis</i>            | -               | +     | -     |
| гребенчатый губан, красный<br>губан, лапина | <i>Ctenolabrus rupestris</i>      | +               | +     | -     |
| носатый губан                               | <i>Symphodus scina</i>            | -               | +     | -     |
| рулена                                      | <i>Crenilabrus tinca</i>          | -               | +     | -     |



|                                           |                                    |   |   |   |
|-------------------------------------------|------------------------------------|---|---|---|
| перепелка                                 | <i>Crenilabrus roissali</i>        | - | + | - |
| рябчик                                    | <i>Crenilabrus cinereus</i>        | - | + | - |
| зеленушка                                 | <i>Crenilabrus ocellatus</i>       | - | + | - |
| морской дракончик                         | <i>Trachinus draco</i>             | + | + | - |
| звездочет                                 | <i>Uranoscopus scaber</i>          | + | + | - |
| морская собачка-сфинкс                    | <i>Aidablennius sphynx</i>         | - | + | - |
| морская собачка-павлин                    | <i>Salaria pavo</i>                | - | + | - |
| Морская собачка обыкновенная              | <i>Parablennius sanguinolentus</i> | - | + | - |
| Морская собачка длинношупальцевая         | <i>Parablennius tentacularis</i>   | - | + | - |
| морская собачка Звонимира                 | <i>Parablennius zvonimiri</i>      | - | + | - |
| троепер                                   | <i>Tripterygion tripteronotus</i>  | - | + | - |
| ошибень                                   | <i>Ophidion barbatum</i>           | + | + | - |
| песчанка                                  | <i>Gymnammodytes cicereus</i>      | - | + | - |
| морская мышь                              | <i>Callionymus pusillus</i>        | + | + | + |
| малая морская мышь                        | <i>Callionymus risso</i>           | + | + | + |
| бычок-бланкет                             | <i>Aphia minuta</i>                | - | + | + |
| бычок черный                              | <i>Gobius niger</i>                | - | + | - |
| бычок-мраморный бубырь, леопардовый лысун | <i>Pomatoschistus marmoratus</i>   | - | + | - |
| бычок-малый бубырь, малый лысун           | <i>Pomatoschistus minutus</i>      | - | + | - |
| бычок-понто-каспийский бубырь             | <i>Pomatoschistus caucasicus</i>   | - | + | - |
| длиннохвостый бычок Книповича             | <i>Knipowitscha longicaudata</i>   | - | + | - |
| морской ерш                               | <i>Scorpaena porcus</i>            | + | + | - |
| тригла морская желтая, морской петух      | <i>Chelidonichthys lucernus</i>    | + | + | - |
| арноглосса Кесслера                       | <i>Arnoglossus kessleri</i>        | + | + | - |
| черноморская                              | <i>Scophthalmus maeoticus</i>      | + | + | - |
| камбала камбала-Глоссакалкан              | <i>Platichthys flesus luscus</i>   | + | - | - |
| песчаный морской язык, носатая солея      | <i>Solea nasuta</i>                | + | + | - |

Примечание: «+» – наличие стадии; «-» – отсутствие стадии

Ихтиопланктон порта Туапсе изучен слабо, данные по количеству личинок и икры в районе работ носят фрагментарный характер. Однако, в береговой зоне Черного моря заметно выражены сезонные периоды икрометания различных видов рыб.

Зимний ихтиопланктонный комплекс формируют икра и личинки трех бореальных реликтов – черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) средиземноморского налима *Gaidropsarus mediterraneus* (L.) и черноморского мерланга *Merlangus merlangus euxinus* (Nordmann).

Нерест данных видов приурочен к открытым районам моря, что является причиной низких количественных показателей в районе бухты (табл. 4).

Качественный и количественный состав ихтиопланктона в поверхностных ловах (экз./100 м<sup>3</sup>) приведен в таблице 4.

Таблица 4

| Вид                                                       | Икринки,<br>экз./100 м <sup>3</sup> | Личинки,<br>экз./100<br>м <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Летний сезон</b>                                       |                                     |                                        |
| 1. <i>Mullus barbatus ponticus</i> Essipov – Барабуля     | 19,4                                | 0,7                                    |
| 2. <i>Engraulis encrasicolus</i> (L.) – Хамса             | 17,8                                | 0,7                                    |
| 3. <i>Diplodus annularis</i> (L.) – Морской карась        | 20,9                                | 0,2                                    |
| 4. <i>Ctenolabrus repetris</i> L. - Лапина                | 0,4                                 | 0                                      |
| 5. <i>Scorpena porcus</i> L. – Морской ерш                | 1,3                                 | 0                                      |
| 6. <i>Mugil cephalus</i> – Лобан                          | 0,2                                 | 0                                      |
| 7. <i>Symphodus ocellatus</i> Forsskal – Рулена           | 0                                   | 0,2                                    |
| 8. <i>S. tinca</i> (L.) – Зеленушка                       | 0                                   | 0,2                                    |
| 9. <i>Trachurus mediterraneus</i> Staindachner – Ставрида | 9,6                                 | 0                                      |
| 10. <i>Sciaena umbra</i> L. – Темный горбыль              | 1,1                                 | 0                                      |
| 11. <i>Gobius niger jazo</i> L. – Черный бычок            | 0                                   | 0,7                                    |
| 12. <i>Gallionymus ruscillus</i> Delaroche – Морская мышь | 0,2                                 | 0                                      |
| <b>Весенний сезон</b>                                     |                                     |                                        |
| 1. <i>Gobius niger jazo</i> L. – Черный бычок             | 0                                   | 0,4                                    |
| 2. <i>Psetta mazima maeotica</i> (Pallas) – Калкан        | 0,4                                 | 0,2                                    |
| 3. <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas) – Глосса     | 0,4                                 | 0                                      |
| <b>Зимний сезон</b>                                       |                                     |                                        |
| 1. <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> – Налим              | 2,2                                 | 0                                      |
| 2. <i>Merlangus merlangus euxinus</i> – Мерланг           | 1,8                                 | 0                                      |
| 3. <i>Sprattus sprattus phalericus</i> (Risso) – Шпрот    | 0                                   | 0,4                                    |

По мере увеличения температурных показателей во время смены сезона, и нерест вступает черноморская камбала калкан, глосса, а также представители семейства бычковых. Численность видов, икрометание которых наблюдается в изучаемой акватории весной, также невелика.

Массовое развитие и наиболее высокая численность ихтиопланктона соответствует максимальному прогреву воды, когда происходит интенсивное икрометание всех теплолюбивых форм. В период биологического лета ихтиопланктонное сообщество в изученном районе представлено икринками и личинками 12 видов рыб. Все обнаруженные формы откладывают пелагическую икру за исключением черного бычка, рулены и зеленушки. Данные виды представлены только личиночными стадиями, ведущими пелагический образ

жизни, и далее, в процессе развития, опускающимися на дно. В единичных экземплярах встречалась икра морской мыши и лобана.

В поверхностном слое пелагиали выявлена локализация икры промысловой группы рыб, являющихся основой ихтиологического сообщества в изучаемом районе. Доминирующими являются морской карась, барабуля (султанка) и хамса – типичные для летнего сезона вида средиземноморского комплекса.

Численность развивающихся эмбрионов султанки составляет 19,4 экз./100м<sup>3</sup>, хамсы и морского карася – 17,8 и 20,9 экз./100м<sup>3</sup> соответственно.

Личиночный – следующий после эмбрионального период в жизненном цикле рыб. Количество личинок в пробах, как правило, заметно меньше числа икринок.

Личиночный комплекс образован большей частью пелагофильными мигрантами (59 %), среди которых преобладают личинки барабуля и хамсы – по 0,7 экз./100м<sup>3</sup>.

Среди личинок оседлых видов с демерсальной икрой (41%) максимальной численностью обладает черный бычок – 0,7 экз./100м<sup>3</sup>.

Икринки барабули преобладают и по результатам вертикальных обловов, фиксирующих число организмов в толще воды от дна до поверхности.

В пелагиали насчитывается 44 экз./м<sup>2</sup> икры и 24 экз./м<sup>2</sup> личинок данного вида.

Качественный и количественный состав ихтиопланктона в горизонтальных летних ловах (экз./м<sup>2</sup>) приведен в таблице 5.

Таблица 5

| Вид                                                       | Икринки,<br>экз./м <sup>2</sup> | Личинки,<br>экз./м <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Mullus barbatus ponticus</i> Essipov – Барабуля     | 44                              | 24                              |
| 2. <i>Engraulis encrasicolus</i> (L.) – Хамса             | 25                              | 10                              |
| 3. <i>Diplodus annularis</i> (L.) – Морской карась        | 13                              | 6                               |
| 4. <i>Scorpena porcus</i> L. – Морской ерш                | 6                               | 0                               |
| 5. <i>Mugil cephalus</i> – Лобан                          | 6                               | 0                               |
| 6. <i>Trachurus mediterraneus</i> Staindachner – Ставрида | 16                              | 0                               |
| 7. <i>Sciaena umbra</i> L. – Темный горбыль               | 5                               | 0                               |
| 8. <i>Gobius niger</i> jazo L. – Черный бычок             | 0                               | 18                              |
| 9. <i>Trigla lucerna</i> L. – Морской петух               | 2                               | 0                               |
| 10. <i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt – Арноглоссус     | 4                               | 0                               |

Плотность икринок хамсы и карася составляет 25 и 13 экз./м<sup>2</sup> соответственно. Отмечается увеличение на глубине численности ставриды (16 экз./м<sup>2</sup>), которая в поверхностных ловах на изучаемой акватории не входит в группу доминантов. Обретение личинками способности к активному передвижению отражается в увеличении их количества в толще воды. В вертикальных ловах фиксируется увеличение числа личинок всех представленных видов. Личинок пелагических, являющихся промысловыми



видами, насчитывается 24 экз./м<sup>2</sup> – барабули, 10 и 6 экз./м<sup>2</sup> – хамсы и морского карася. Придонные виды (в количестве 18 экз./м<sup>2</sup>) представлены черным бычком.

Однако для рассматриваемого участка (порт Туапсе), можно с уверенностью сказать, что виды представленные в таблице 6 представлены на стадии икры, личинки и молоди в следующих концентрациях.

Таблица 6 - Численность ихтиопланктона в районе порта Туапсе по данным мониторинговых исследований Сочинского отдела ФГБУ "Азчеррыбвод", г/м<sup>3</sup>

| Название вида     | Стадия развития |         |        |
|-------------------|-----------------|---------|--------|
|                   | Икра            | Личинки | Мальки |
| морской налим     | 0,01            | 0,007   | -      |
| трехиглая колюшка | 0,04            | 0,009   | -      |
| морской конек     | -               | 0,09    | -      |
| морские иглы      | -               | -       | 0,04   |
| морские собачки   | 0,06            | 0,04    | -      |
| ошибень           | 0,02            | 0,007   | -      |

#### *Охранные зоны*

Согласно ГОСТу 17.1.2.04.-77 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водоёмов» и постановлению Правительства Российской Федерации от 28.02.2019 г. № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения» Черное море можно отнести к водным объектам высшей рыбохозяйственной категории: водные объекты рыбохозяйственного значения, которые являются местами обитания, размножения, зимовки, нагула, путями миграций особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов (при наличии одного из показателей) и (или) используются для добычи (вылова) таких видов водных биологических ресурсов, а также которые могут быть использованы для сохранения и искусственного воспроизводства указанных водных биологических ресурсов.

В целях предотвращения (снижения) уровня негативного антропогенного воздействия на водные биоресурсы и экосистемы водных объектов для них устанавливаются охранные зоны – водоохранная и прибрежная защитная полоса.

Согласно п. 1 ст. 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.), водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьёв, каналов, озёр, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Ширина водоохранной зоны Черного моря, в соответствии с п. 8 ст. 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ от 03.06.2006), составляет 500 м.

Согласно ч. 2 статьи 65 Водного кодекса Российской Федерации (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.), в границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Ширина прибрежной защитной полосы Черного моря согласно распоряжению, Кубанского бассейнового водного управления от 30.09.2015 г., № 273-пр «Об установлении границы водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос Чёрного моря» составляет 50 м.

#### *Ограничительные мероприятия в охранных зонах*

В границах водоохранных запрещается (в соответствии ч. 15 статьи 65 ФЗ от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ):

- 1) использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв;
- 2) размещение кладбищ, скотомогильников, объектов размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов;
- 3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредными организмами;
- 4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твёрдое покрытие;
- 5) размещение автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов, станций технического обслуживания, используемых для технического осмотра и ремонта транспортных средств, осуществление мойки транспортных средств;
- 6) размещение специализированных хранилищ пестицидов и агрохимикатов, применение пестицидов и агрохимикатов;
- 7) сброс сточных, в том числе дренажных, вод;
- 8) разведка и добыча общераспространённых полезных ископаемых.

В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы (п. 2 ст. 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ от 03 июня 2006 г.)), на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

В границах прибрежных защитных полос (ПЗП), наряду с установленными частью 15 статьи 65 Водного кодекса РФ (№ 74-ФЗ) ограничениями запрещаются следующие виды работ:

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

*Список использованных источников*

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т./Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. – т. 1-2. – 632 с.
2. Афанасьев Д.Ф., Корпакова И.Г. Макрофитобентос российского Азово-Черноморья. – Ростов-н/Д.: ФГУП «АзНИИРХ», 2008. – 291 с.
3. Архивные материалы Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».
4. Васильева Е. Д. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. – М.: ВНИРО, 2007. – 238 с.
5. Виноградов М. Е., Шушкина Э. А., Востоков С. В. и др. Взаимодействие популяций гребневикулов-вселенцев в прибрежных водах Северо-восточной части Чёрного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42. – № 5. – С. 693–701.
6. Виноградов М. Е., Лебедева Л. П., Лукашева Т. А., Анохина Л. Л. Состояние сообществ прибрежного мезопланктона северо-восточной части Чёрного моря в 2005 г. // Океанология. – 2006. – Т. 46. – № 6. – С. 868–877.
7. Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 г., № 74-ФЗ.
8. Георгиева Л. В. Видовой состав и динамика фитоценоза // Планктон Чёрного моря. – Киев: Наукова думка, 1993. – С. 31–55.
9. Головкина Е.М., Набоженко М.В. Современное состояние донных сообществ Керченского пролива (Российский сектор) и заливов Таманского полуострова // Вестник южного научного центра РАН. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 53–61.
10. ГОСТ 17.1.2.04.-77. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водоёмов.
11. Гусев А. Г. Охрана рыбохозяйственных водоёмов от загрязнения. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 364 с.
12. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учёт руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров / Стандарт организации (СТО 52.08.31-2012). – СПб: Глобус, 2012. – 140 с.
13. Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России. Краснодар, 2002. 341с.
14. Ковалёв А. В. Краткая история изучения разнообразия зоопланктона // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. – Севастополь: ЭКОСИ-Геофизика, 2003. – С. 43–44.
15. Красная книга Краснодарского края. Животные. III издание / Отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б. И. Вольфов. – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. – 720 с.
16. Красная книга Российской Федерации (животные). – М.: 2001. – С. 251–263.
17. Литвинюк Д.А. Морской зоопланктон и методические проблемы его изучения: дис. ...к.б.н. – М.: Институт биологии южных морей им.



А.О. Ковалевского, 2015. – 147 с.

18. Малюкина Г. А. Слух некоторых черноморских рыб в связи с экологией и особенностями строения их слухового аппарата // Журнал общей биологии. – 1960. – Т. 21. – Вып. 3. – С. 198-205.

19. Методика определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния / Утв. Федеральным агентством по рыболовству, приказ от 06.05.2020 г. № 238.

20. Мурина В. В., Лисицкая Е. В., Аносов С. Е. Видовой состав меропланктона как показатель экологической ситуации Севастопольской бухты // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквавита, 1999. – С. 149-158.

21. Надолинский В. П. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Чёрного моря: дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 171 с.

22. Овен Л. С., Гиригосов В. Е., Багнюкова Т. И. Размножение некоторых массовых видов черноморских рыб в условиях антропогенного загрязнения // Современное состояние ихтиофауны Чёрного моря. – Севастополь: Изд-во МГИ, 1995. – С. 39–74.

23. Овен Л. С., Салехова Л. П., Кузьминова Н. С. Многолетняя динамика видового состава и численности рыб Чёрного моря в районе Севастополя // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – №4 (57). – С. 15–18.

24. Пашков А. Н. Ихтиофауна прибрежного шельфа Чёрного моря в полигалинных акваториях: дис. ... к.б.н. – М.: ВНИРО, 2001. – 263 с.

25. Пашков А. Н., Решетников С. И., Нагалецкий М. В. Загрязнение Мирового океана. – Краснодар: ООО «Биотех-Юг», 2010. – 79 с.

26. Плотников Г.К. Фауна позвоночных животных Краснодарского края. Краснодар, 2000. 231 с.

27. Плотников Г. К. Биоразнообразие животных северо-западного Кавказа: дис. ... д.б.н. – Краснодар: КубГУ, 2004.

28. Протасов В. Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. – М.: Наука, 1978. – 250 с.

29. Поромов А. А., Воронков В. Б., Хатунцов А. В. Определение потерь водных биоресурсов в результате перераспределения естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна // Рыбное хозяйство. – 2015. – №6. – С. 36–39.

30. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.02.2019 г. №206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения».

31. Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна / Утв. приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, от 09.01.2020 г., № 1.
32. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 23.10.2019 г. № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов».
33. Распоряжение Кубанского бассейнового водного управления от 30.09.2015 г., № 273-пр «Об установлении границы водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос Чёрного моря».
34. Редкие и исчезающие животные Краснодарского края / Плотников Г. К., Стрельников В. В., Островских С. В. [и др.]. – Краснодар: Традиция, 2007. – 208 с.
35. Селифонова Ж. П. Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Чёрного и Азовского морей (Российский сектор): дис. ... д.б.н. по специальности 25.00.28 – Океанология. – Мурманск, 2015. – 270 с.
36. Селифонова Ж.П., Часовников В.К. К вопросу о состоянии гипергалинных водоемов Таманского Причерноморья // Морской биологический журнал. Севастополь: Изд-во ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, 2016. Т. 1, № 4. С. 40–43.
37. Суховей В. Ф. Моря Мирового океана. – Л.: Гидрометеониздат, 1986. – 288 с.
38. Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
39. Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. №52-ФЗ «О животном мире».
40. Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».
41. Фроленко Л. Н. Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр. АзНИИРХ (2006-2007 гг.). – Ростов-н/Д.: ООО «Диапазон», 2008. – С. 180–188.
42. Black sea fish check list // A publication of the Commission on the protection of the Black Sea against pollution [Удалённый ресурс]. – Режим доступа: [www.blacksea-commission.org/\\_publ-SFishList.asp](http://www.blacksea-commission.org/_publ-SFishList.asp).
43. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. – UNEP, 2010
44. Parker G. Olfactory reactions in fishes // J. Exper. Zool. – 1910. – V. 8. – P. 535–541.

ВрИО заместителя начальника учреждения -  
начальника филиала

Н.В. Холоша



Приложение

**ОТЧЁТ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И**  
**СЕДИМЕНТАЦИИ ВЗВЕСИ ПО ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА**  
**ОБЪЕКТ: «РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**  
**«БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЕ ПЛЯЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ» В С. АГОЙ,**  
**УЛ. ЦЕНТРАЛЬНАЯ 39. ПЛЯЖНАЯ ЗОНА»**

| Содержание                                                     | стр |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                       | 3   |
| 1 Общие сведения                                               | 3   |
| 1.1 Сведения о работах                                         | 3   |
| 1.2 Гидроморфометрия и течения                                 | 5   |
| 2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ                                    | 8   |
| 2.1 Входные данные о поступающей взвеси                        | 8   |
| 2.2 Основные результаты                                        | 10  |
| 2.2.1 Буна №1                                                  | 11  |
| 2.2.1.1 Устройство котлована тела буны                         | 11  |
| 2.2.1.2 Засыпка ГПС пазух котлована корня буны                 | 15  |
| 2.2.1.3 Устройство котлована головной части буны               | 18  |
| 2.2.1.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 21  |
| 2.2.2 Буна №2                                                  | 22  |
| 2.2.2.1 Устройство котлована тела буны                         | 22  |
| 2.2.2.2 Засыпка ГПС пазух котлована корня буны                 | 24  |
| 2.2.2.3 Устройство котлована головной части буны               | 26  |
| 2.2.2.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 28  |
| 2.2.3 Буна №3                                                  | 29  |
| 2.2.3.1 Устройство котлована тела буны                         | 29  |
| 2.2.3.2 Устройство котлована удлинения тела буны               | 31  |
| 2.2.3.3 Устройство котлована головной части буны               | 33  |
| 2.2.3.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 35  |
| 2.2.4 Буна №4                                                  | 36  |
| 2.2.4.1 Устройство котлована тела буны                         | 36  |
| 2.2.4.2 Устройство котлована удлинения тела буны               | 38  |
| 2.2.4.3 Устройство котлована головной части буны               | 40  |
| 2.2.4.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 42  |
| 2.2.5 Буна №5                                                  | 43  |
| 2.2.5.1 Устройство котлована тела буны                         | 43  |
| 2.2.5.2 Устройство котлована головной части буны               | 45  |
| 2.2.5.3 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 47  |
| 2.2.6 Буна №6                                                  | 48  |
| 2.2.6.1 Устройство котлована тела буны                         | 48  |
| 2.2.6.2 Устройство котлована головной части буны               | 50  |
| 2.2.6.3 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны | 52  |
| 3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗВЕСИ                 | 53  |
| 3.1 Постановка задачи                                          | 53  |
| 3.2 Краткий обзор источников                                   | 56  |
| 3.3 Моделирование течений                                      | 62  |
| 3.4 Моделирование загрязнения                                  | 69  |
| 3.5 Реализация и апробация                                     | 73  |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ                                                     | 74  |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ                               | 76  |
| Приложение А. Сертификат соответствия                          | 79  |



## ВВЕДЕНИЕ

В отчёте представлено моделирование загрязнения взвешенными веществами (взвесями) по исходным данным, содержащимся в проектной документации на объект: «Реконструкция гидротехнических сооружений «Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул. Центральная 39. Пляжная зона».

Моделирование выполнено с использованием программного комплекса «CAD2Q-SIST» [29], зарегистрированного в патентном ведомстве, сертификат соответствия RU.32468.04.ЛЕГО.О10.1293 (Приложение).

В разделе 1 помещены общие сведения о работах, вызывающих загрязнение водных объектов, а также гидрометеорологические и морфометрические характеристики, влияющие на течения на участках загрязнения. Приводятся пространственные характеристики установившихся течений, полученных с помощью моделирования.

В разделе 2 представлены входные данные и результаты моделирования, необходимые для расчёта вреда, причинённого водным биологическим ресурсам, в соответствии с действующей методикой [4].

В разделе 3 приводится описание математической модели [30], алгоритмы которой реализованы в программном комплексе «CAD2Q9-SIST».

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**1.1 Сведения о работах.** На рисунке 1 показано расположение участка работ, на котором будет происходить поступление взвесей в воду.



Рисунок 1 — Расположение участка работ, вызывающих поступление взвесей в воду



Объект моделирования - характеристики загрязнения взвесями при производстве работ перечисленных в таблице 1.

Таблица 1 — Сведения о работах, которые вызывают поступление взвеси

| Объект  | Наименование вида работ                                                                       | Используемые технические средства      | Объём разрабатываемого грунта, м <sup>3</sup> |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Буна №1 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | Кран с грейфером 3,0 м <sup>3</sup>    | 446,0                                         |
|         | Обратная засыпка ГПС пазух котлована корневой части буны                                      | Экскаватор с ковшом 0,6 м <sup>3</sup> | 130,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | Кран с грейфером 3,0 м <sup>3</sup>    | 152,0                                         |
| Буна №2 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | -»-                                    | 70,3                                          |
|         | Обратная засыпка ГПС пазух котлована корневой части буны                                      | Экскаватор с ковшом 0,6 м <sup>3</sup> | 165,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | Кран с грейфером 3,0 м <sup>3</sup>    | 234,0                                         |
| Буна №3 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | -»-                                    | 255,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под удлинение тела буны | -»-                                    | 173,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | -»-                                    | 128,0                                         |
| Буна №4 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | -»-                                    | 398,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под удлинение тела буны | -»-                                    | 139,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | -»-                                    | 219,0                                         |
| Буна №5 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | -»-                                    | 790,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | -»-                                    | 176,0                                         |
| Буна №6 | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под тело буны           | -»-                                    | 362,0                                         |
|         | Разработка грунта 2 группы (ИГЭ-2) под водой для устройства котлована под головную часть буны | -»-                                    | 190,0                                         |

Разрабатываемые грунты относятся к инженерно-геологическим элементам (ИГЭ-2), содержащим частицы мелкодисперсных фракций размером менее 0,1 мм. Ещё один вид разрабатываемог грунта - гравийно-песчаная смесь (ГПС), которая также содержит мелкодисперсные фракции размером менее 0,1 мм. Последние, попадая в воду, переходят

во взвешенное состояние и осаждаясь переносятся течениями на некоторое расстояние, вызывая загрязнение. Характеристики такого загрязнения являются предметом математического моделирования.

Общая продолжительность работ в морской части составляет 2 года (за исключением периодов нереста с 1 мая по 30 июня и с 1 по 30 ноября).

### 1.2 Гидроморфометрия и течения

На рисунке 2 показан квадрат оцифрованной области, выделенной для моделирования загрязнения: длина стороны - 550 м; площадь водной поверхности - 243178 м<sup>2</sup>).

Оцифровка выполнена с использованием сведений из архива спутниковых снимков, проектной документации и батиметрии действующих навигационных карт.

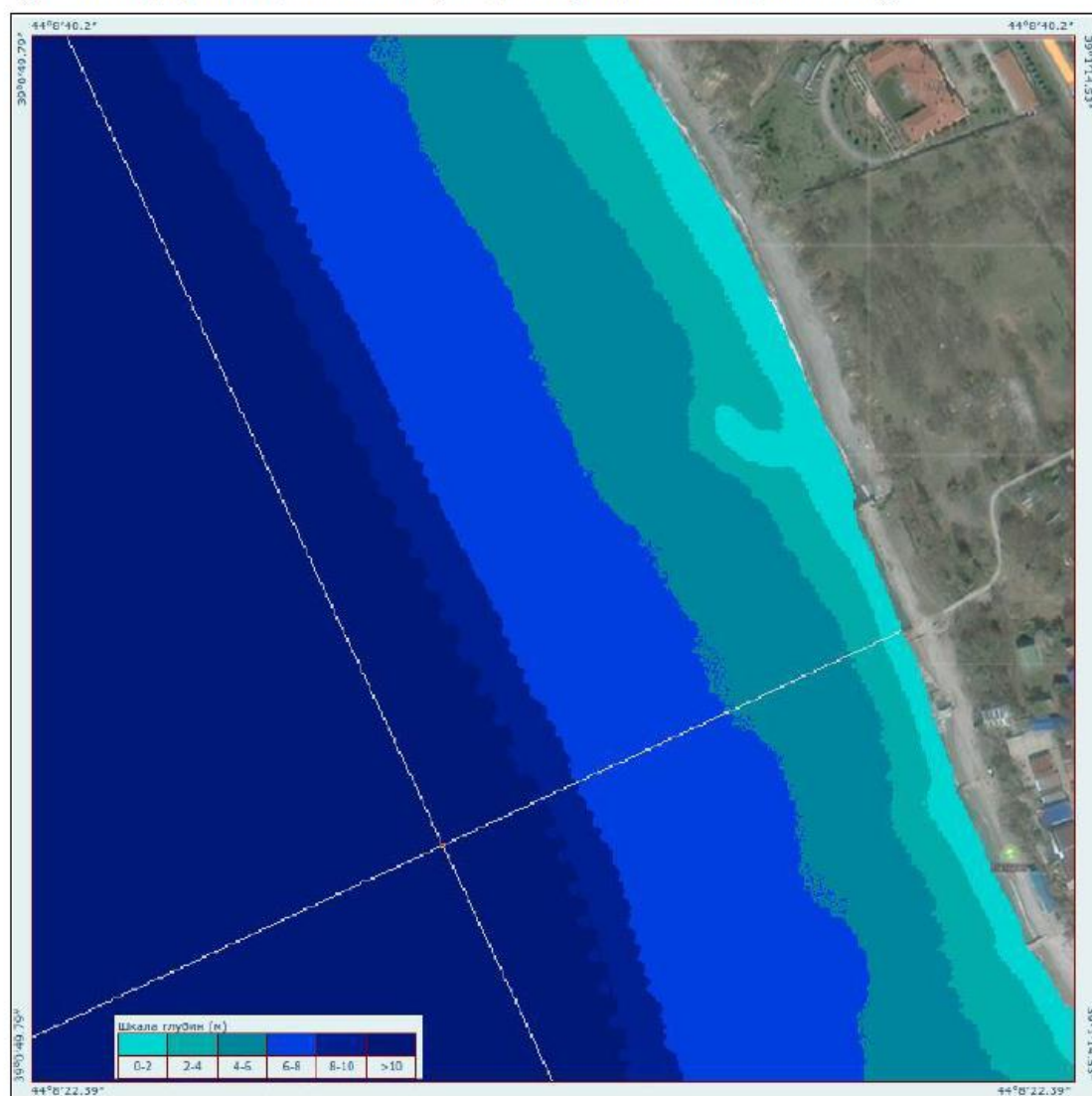


Рисунок 2 — Область моделирования

Течения в области, представленной на рисунке 2, определяются с помощью математической модели, алгоритмы которой изложены в разделе 3. Исходными данными для моделирования течений, кроме морфометрических характеристик, являются направление и скорость преобладающего ветра, создающего ветровую составляющую течений, и данные о квазипостоянной (потокowej) составляющей, свойственной данному району моря.

Следует также учесть, что данный район отличается однородностью термохалинных и динамических характеристик по вертикали [6], так что вполне оправданным будет использование двумерного представления установившихся течений данной акватории с усреднением по глубине [30].

Потоковая составляющая обусловлена Кольцевым Циклоническим течением (КТЦ), ранее называемым Основным Черноморским течением (ОЧТ) [6].

Из обобщений, относящихся к данному району Кавказского побережья [6], можно заключить, что величина квазипостоянной составляющей определяется в основном существованием прибрежных антициклонических вихрей (ПАВ), периодически возбуждаемых меандрами циклонического ОЧТ при подкачке ветровой составляющей. В результате в данном районе в 5-10 милях от берега преобладают течения от северо-западного до западно-северо-западного направлений со скоростями до 60 см/с. Отмечается закономерность, состоящая в логарифмическом уменьшении скорости таких течений при приближении к береговой черте. На расстояниях  $1 \div 3$  км от берега скорости уменьшаются до  $30 \div 40$  см/с и менее. Направление течений приобретает реверсивный характер при преобладании потока северного направления с учётом генерального направления изобат и береговой линии, то есть для данного района преобладает поток примерно на северо-северо-запад.

В узкой прибрежной полосе преобладают ветровые течения.

Ветровой режим принят по данным метеостанции Туапсе за период 2005÷2025 г.г., который характеризуется преобладанием северо-восточных ветров при средней скорости 2,6 м/с.

С учётом таких исходных данных результат моделирования адвективной составляющей течений показан на рисунке 3.

Средняя скорость адвективной составляющей равна 0,02 м/с, средняя скорость горизонтальной турбулентной составляющей, ответственной за горизонтальную диффузию, равна 0,04 м/с. Усреднённый по расчётной области вклад ветровой составляющей в адвекцию в 2 раза превышает вклад потоковой составляющей. В прибрежной полосе шириной до 50 м с глубинами до 4 м наблюдается существенное



преобладание ветровой составляющей при отсутствии влияния потоковой составляющей. Следует отметить, что в местах проведения земляных работ наблюдаются чрезвычайно низкие скорости адвекции, возникающие при принятой скорости ветра, изменяющиеся от 0,02 до 0,06 м/с при приближении к берегу.

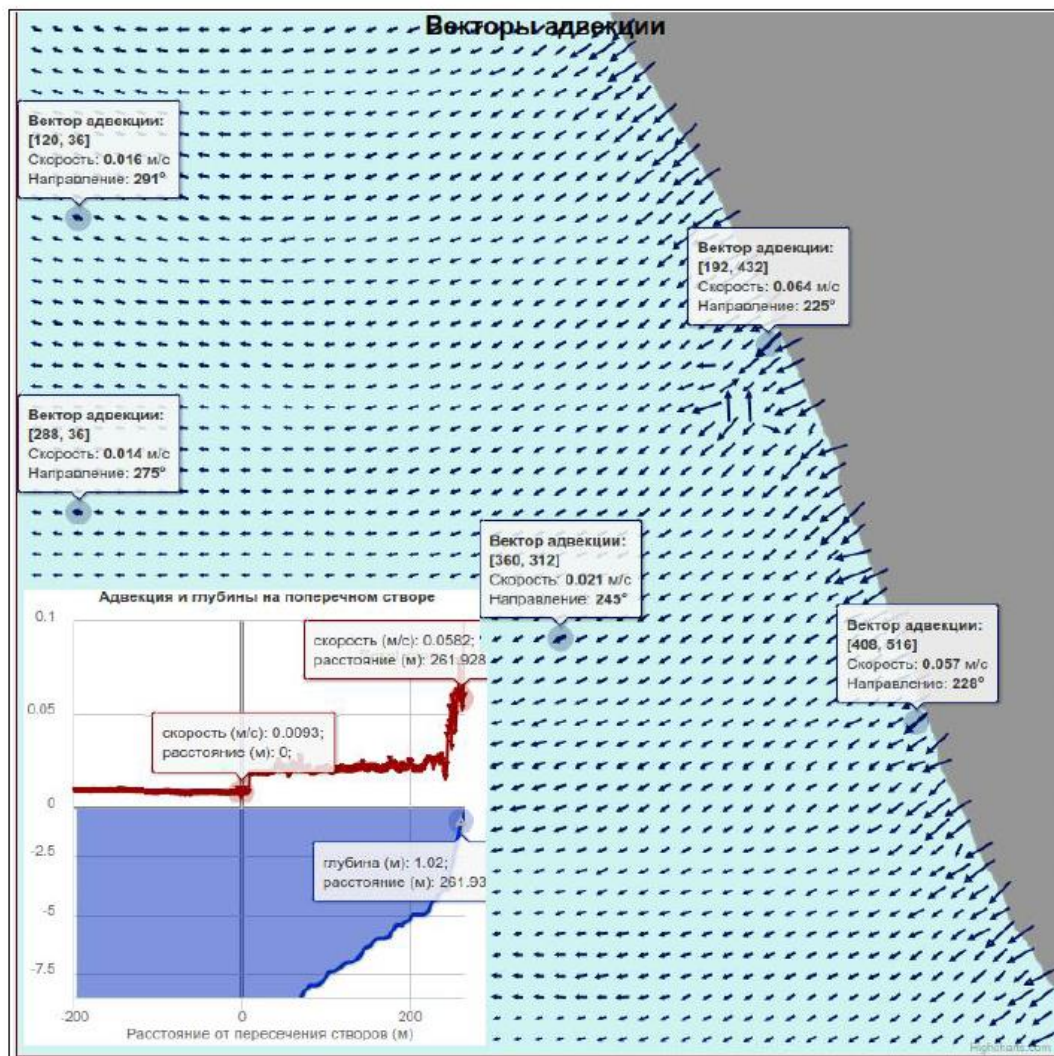


Рисунок 3 — Поле векторов адвекции (створы показаны на рисунке 2)

Течения, имитируемые таким образом, используются далее для моделирования распространения взвесей. Продолжительность расчётного цикла ( $\Delta t$ ) составляет 111 с, размер клетки ( $\Delta x$ ) - 0,92 м.

## 2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### 2.1 Входные данные о поступающей взвеси

В таблицах 2÷5 представлены входные данные о поступающей взвеси, используемые при моделировании.

Таблица 2 - Содержание частиц мелких фракций в разрабатываемом грунте 2 группы (ИГЭ-2) и гидравлическая крупность мелкодисперсных частиц, попадающих в воду

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Размер частиц, мм                 | 0,1 - 0,05             |
| Содержание, %                     | 20,2                   |
| Гидравлическая крупность, см/с *) | $2,0202 \cdot 10^{-1}$ |

\*) соответствуют нижнему значению в градации (по аналогии с Ж1 СТО 52.08.31-2012 ФГБУ ГТИ [8]); плотность частиц ( $\rho_z$ )  $2,72 \text{ т/м}^3$ , температура воды  $15^\circ\text{C}$ , солёность 18 ‰;

Таблица 3 - Содержание частиц мелких фракций в гравийно-песчаной смеси (ГПС) и гидравлическая крупность мелкодисперсных частиц, попадающих в воду

|                                   |                        |                        |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Размер частиц, мм                 | 0,1 - 0,05             | 0,05 - 0,01            |
| Содержание, %                     | 2,5                    | 2,5                    |
| Гидравлическая крупность, см/с *) | $1,9492 \cdot 10^{-1}$ | $7,7966 \cdot 10^{-3}$ |

\*) соответствуют нижнему значению в градации (по аналогии с Ж1 СТО 52.08.31-2012 ФГБУ ГТИ [8]); плотность частиц ( $\rho_z$ )  $2,66 \text{ т/м}^3$ , температура воды  $15^\circ\text{C}$ , солёность 18 ‰;

Таблица 4 — Плотность образующегося осадка при коэффициенте разрыхления 1,08 \*)

| Наименование грунта    | Плотность грунта естественного залегания, $\text{т/м}^3$ | Плотность образующегося осадка, $\text{т/м}^3$ *) |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Грунт 2 группы (ИГЭ-2) | 1,95                                                     | 1,81                                              |
| ГПС                    | 1,54                                                     | 1,43                                              |

\*) коэффициент разрыхления вводится по аналогии с Ж1 из СТО 52.08.31-2012 ФГБУ ГТИ [8,16]

Таблица 5 — Данные о поступлении взвеси при производстве работ

| Объект     | Виды работ                                  | Объем раз-<br>рабатываемо-<br>го грунта, м <sup>3</sup> | Объем грунта,<br>попадающего<br>в воду, м <sup>3</sup> *) | Масса<br>взвеси,<br>кг **) | Продолжитель-<br>ность вбросов,<br>мин ***) | Производитель-<br>ность источника<br>по взвеси, кг/мин |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Буна<br>№1 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 446,0                                                   | 14,27                                                     | 5621,74                    | 133,80                                      | 42,016                                                 |
|            | Засыпка ГПС<br>пазух корня<br>буны          | 130,0                                                   | 6,50                                                      | 500,50                     | 104,00                                      | 4,8125                                                 |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 152,0                                                   | 4,86                                                      | 1915,93                    | 45,60                                       | 42,016                                                 |
| Буна<br>№2 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 70,3                                                    | 2,25                                                      | 886,12                     | 21,09                                       | -»-                                                    |
|            | Засыпка ГПС<br>пазух корня<br>буны          | 165,0                                                   | 8,25                                                      | 635,25                     | 132,00                                      | 4,8125                                                 |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 234,0                                                   | 7,49                                                      | 2949,52                    | 70,20                                       | 42,016                                                 |
| Буна<br>№3 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 255,0                                                   | 8,16                                                      | 3214,22                    | 76,50                                       | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована уд-<br>линения буны | 173,0                                                   | 5,54                                                      | 2180,63                    | 51,90                                       | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 128,0                                                   | 4,10                                                      | 1613,41                    | 38,40                                       | -»-                                                    |
| Буна<br>№4 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 398,0                                                   | 12,74                                                     | 5016,71                    | 119,40                                      | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована уд-<br>линения буны | 139,0                                                   | 4,45                                                      | 1752,07                    | 41,70                                       | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 219,0                                                   | 7,01                                                      | 2760,45                    | 65,70                                       | -»-                                                    |
| Буна<br>№5 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 790,0                                                   | 25,28                                                     | 9957,79                    | 237,00                                      | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 176,0                                                   | 5,63                                                      | 2218,44                    | 52,80                                       | -»-                                                    |
| Буна<br>№6 | Устройство<br>котлована тела<br>буны        | 362,0                                                   | 11,58                                                     | 4562,94                    | 108,60                                      | -»-                                                    |
|            | Устройство<br>котлована<br>оголовка буны    | 190,0                                                   | 6,08                                                      | 2394,91                    | 57,00                                       | -»-                                                    |

\*) при засыпке ГПС водой выносятся 5 % взвеси [7], а при выемке из котлована - 3,2% из-за просора ковша по Ж1 СТО 52.08.31-2012 ФГБУ ГГИ [8];

\*\*) при содержании взвеси из таблицы 2 и по методу расчета перехода частиц грунта во взвесь [5] для: грунта:  $\rho = 2,22 \text{ т/м}^3$ ;  $\rho_s = 2,72 \text{ т/м}^3$ ;  $\rho_d = 1,95 \text{ т/м}^3$ ;  $e = 0,395$ ;

ГПС:  $\rho = 1,74 \text{ т/м}^3$ ;  $\rho_s = 2,66 \text{ т/м}^3$ ;  $\rho_d = 1,54 \text{ т/м}^3$ ;  $e = 0,72$ ;

\*\*\*) равна непрерывному времени работы:

экскаватора с грейфером при производительности 200 м<sup>3</sup>/ч;

экскаватора с ковшом при производительности 75 м<sup>3</sup>/ч;

## 2.2 Основные результаты

Моделирование загрязнения проводилось с учётом поступления взвеси из перемещающихся источников в расчётной области на рисунке 2.

Основные результаты, необходимые для расчёта вреда биоресурсам, помещены в таблицах 6÷121. Дополнительно на рис. 4÷65 приведены графические материалы, из которых можно получить представление о пространственно-временной динамике характеристик загрязнения.

В таблицах представлены следующие характеристики:

- средние объёмы областей с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений;
- продолжительность существования областей с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений;
- интегральные объёмы воды, протекшей через области с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений;
- площади образовавшегося осадка, с толщиной выше заданных пороговых значений;
- площади соприкосновения с дном областей с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений;
- максимальные расстояния до площадей образовавшегося осадка, с толщиной выше заданных пороговых значений;
- максимальные расстояния распространения областей с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений;
- максимальные объёмы областей с концентрацией взвеси выше заданных пороговых значений.



## 2.2.1 Буна №1

### 2.2.1.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 6 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 8489                      | 7020      | 5699      | 4209      | 3230       | 2358       | 1351       | 644         |

Таблица 7 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1124                      | 986       | 853       | 678       | 551        | 432        | 292        | 206         |

Таблица 8 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 16344                     | 13531     | 11039     | 8212      | 6405       | 4862       | 3256       | 2233        |

Таблица 9 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 1543                    | 1063     | 553      | 22       | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 10 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 4236                      | 3599      | 3018      | 2333      | 1876       | 1472       | 1031       | 740         |

Таблица 11 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 20                      | 13       | 7,0      | 3,5      | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 12 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 36                        | 30        | 24        | 17        | 11         | 8,0        | 6,5        | 3,5         |

Таблица 13 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 12649                     | 10607     | 8788      | 6300      | 5009       | 3911       | 2658       | 1028        |



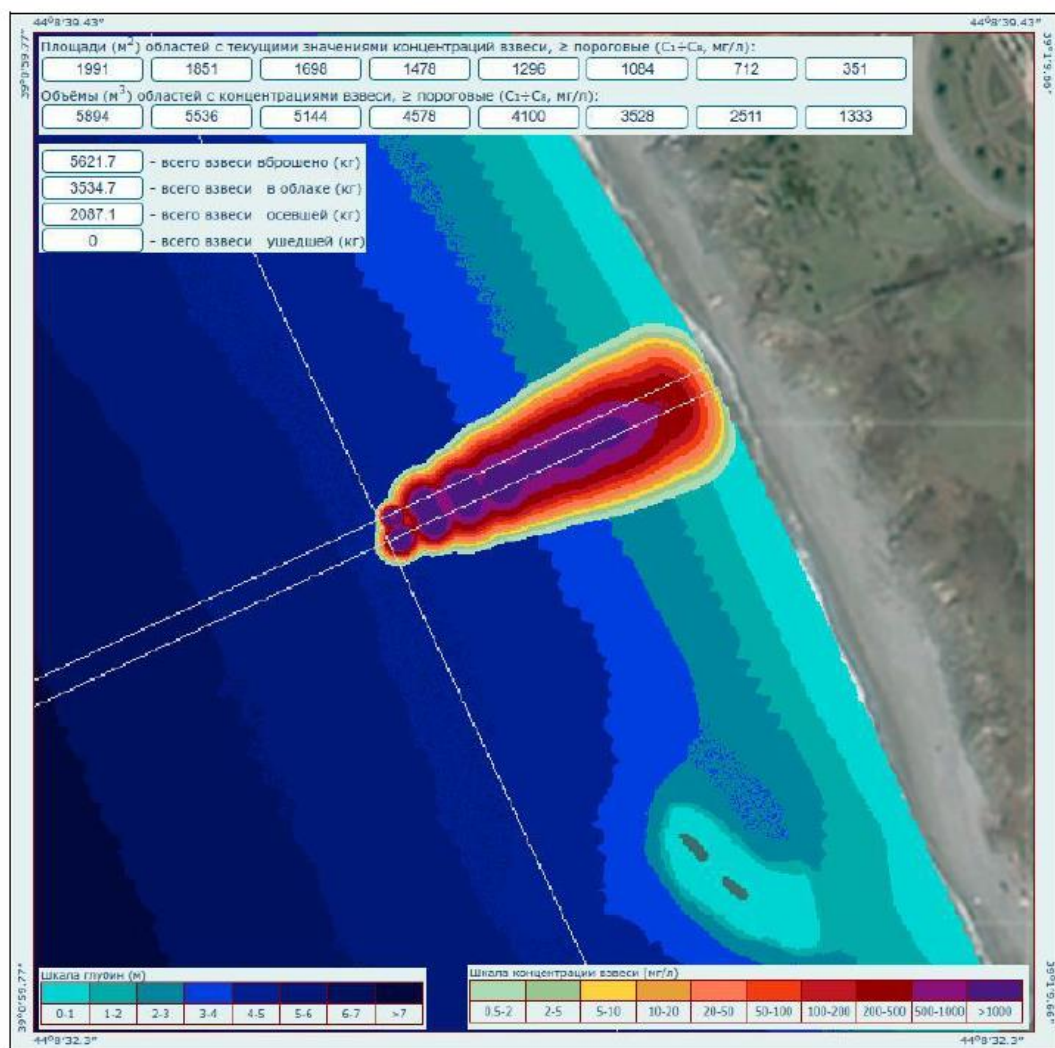


Рисунок 4 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (133,8 мин) при устройстве котлована тела буны №1.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 35882 м<sup>2</sup>;  
 объем воды - 154132 м<sup>3</sup>; средняя глубина - 4,3 м; максимальная глубина - 8 м

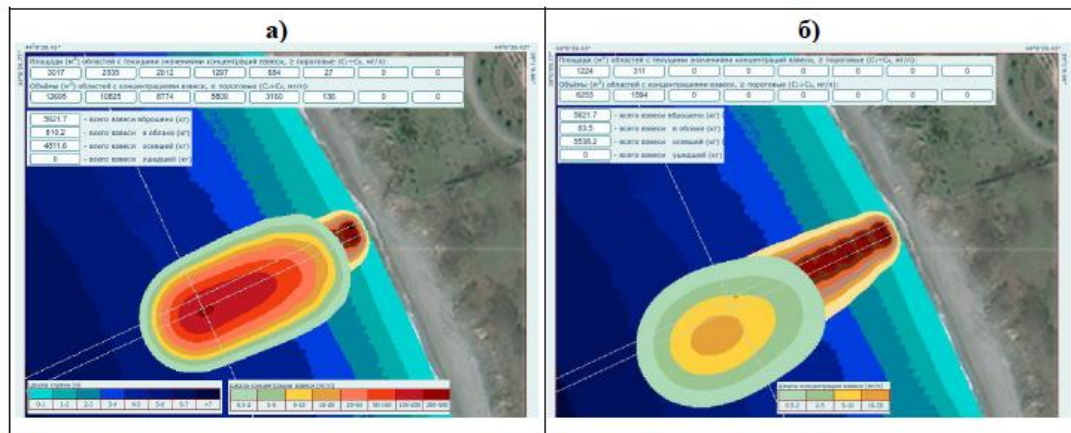


Рисунок 5 — Концентрация взвеси через: а) 290 мин (4,8 час); б) 804 мин (13,4 час), после окончания работ при устройстве котлована тела буны №1.

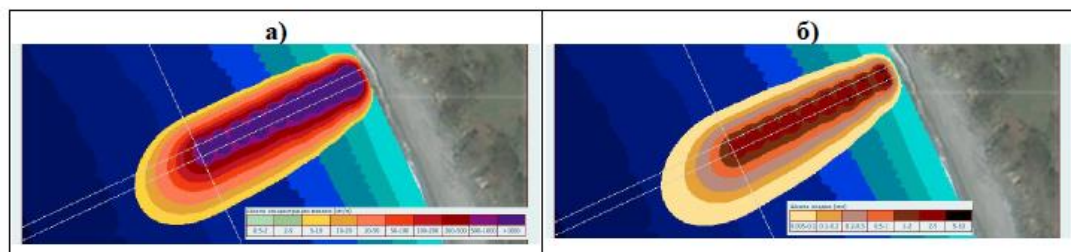


Рисунок 6 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №1

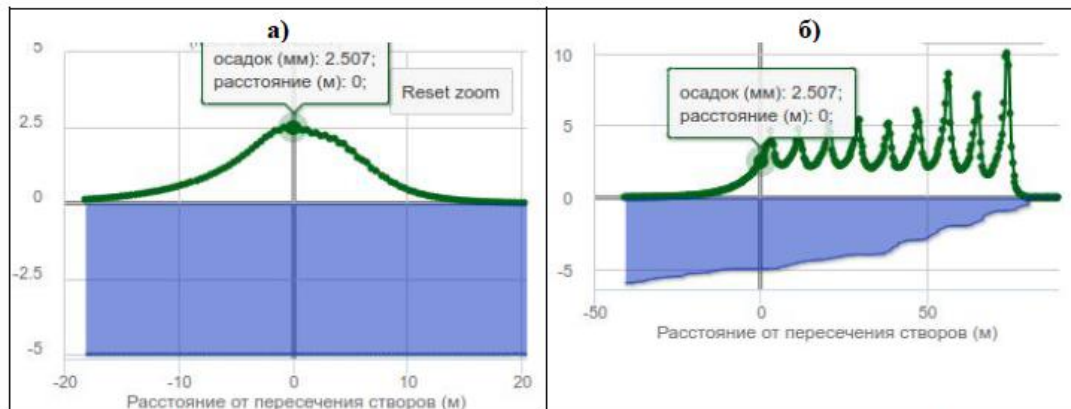


Рисунок 7 — Толщина осадка (соответствует рисунку 6б) вдоль продольного (а) и поперечного створов (б) при устройстве котлована тела буны №1

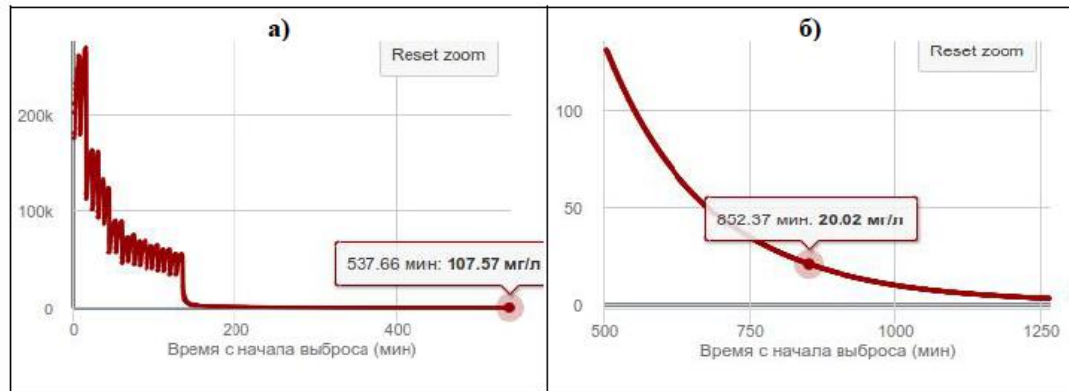


Рисунок 8 — Изменение максимума концентрации взвеси при устройстве котлована тела буны №1

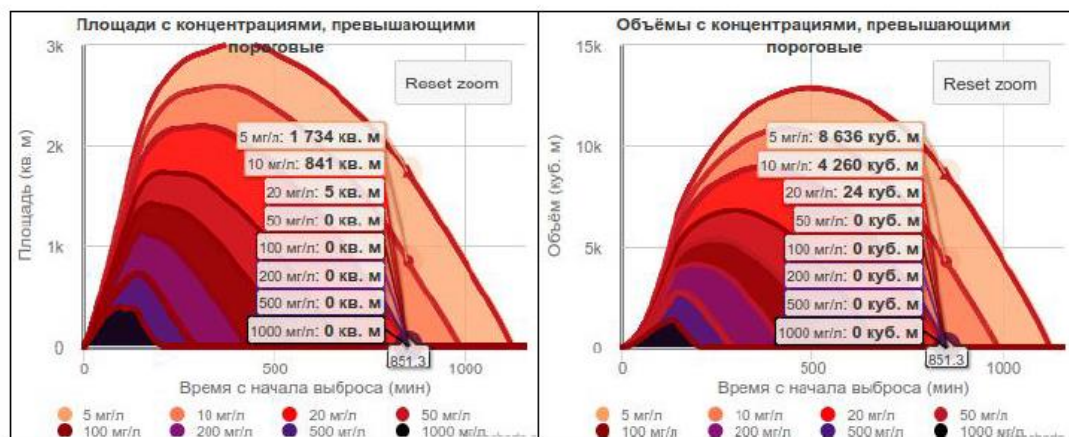


Рисунок 9 — Изменение площадей и объёмов с концентрациями взвеси выше пороговых при устройстве котлована тела буны №1

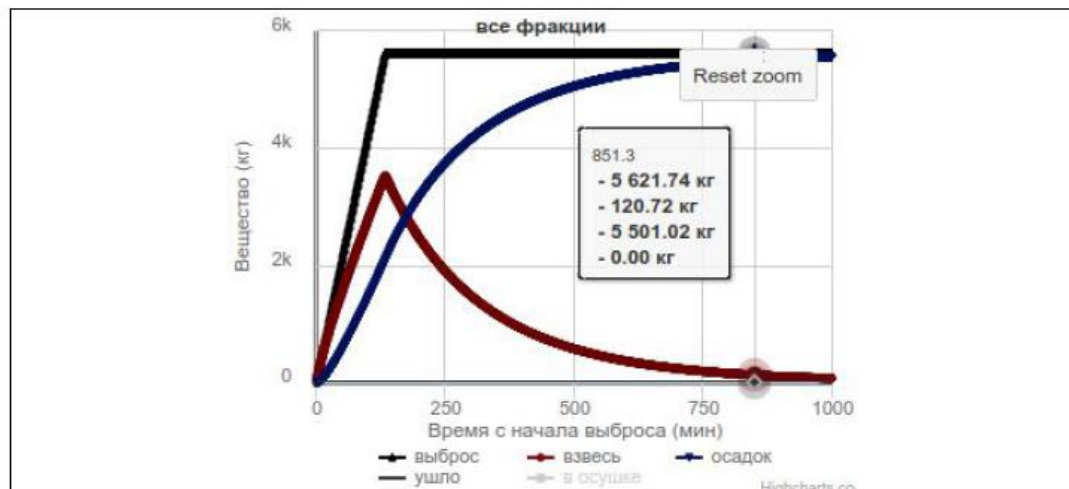


Рисунок 10 — Баланс вещества при устройстве котлована тела буны №1



### 2.2.1.2 Засыпка ГПС пазух котлована корня буны №1

Таблица 14 - Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7556                      | 3762 | 2055 | 900  | 477   | 243   | 108   | 58     |

Таблица 15 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 2850                    | 2718 | 1783 | 1007 | 702   | 529   | 321   | 244    |

Таблица 16 - Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |       |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10  | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 25199                     | 14409 | 6893 | 2475 | 1216  | 626   | 244   | 142    |

Таблица 17 - Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 105                     | 58  | 23  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0     |

Таблица 18 - Площади (м²) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 6306                      | 4093 | 2394 | 1186 | 733   | 461   | 236   | 155    |

Таблица 19 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 5.0                     | 3.0 | 1,5 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0     |

Таблица 20 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| > 125                     | 102  | 70   | 43   | 31    | 23    | 11    | 8,5    |

Таблица 21 - Максимальные объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 9674                      | 5421 | 2568 | 1309 | 741   | 385   | 171   | 103    |

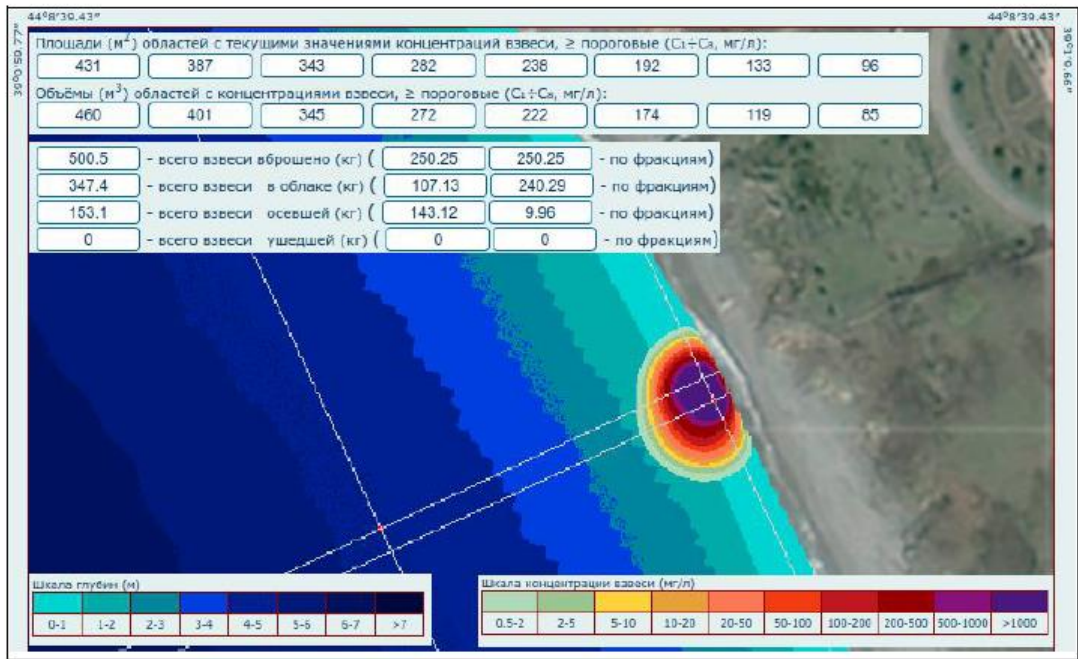


Рисунок 11 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (104 мин) при засыпке ГПС пазух котлована корня буны №1

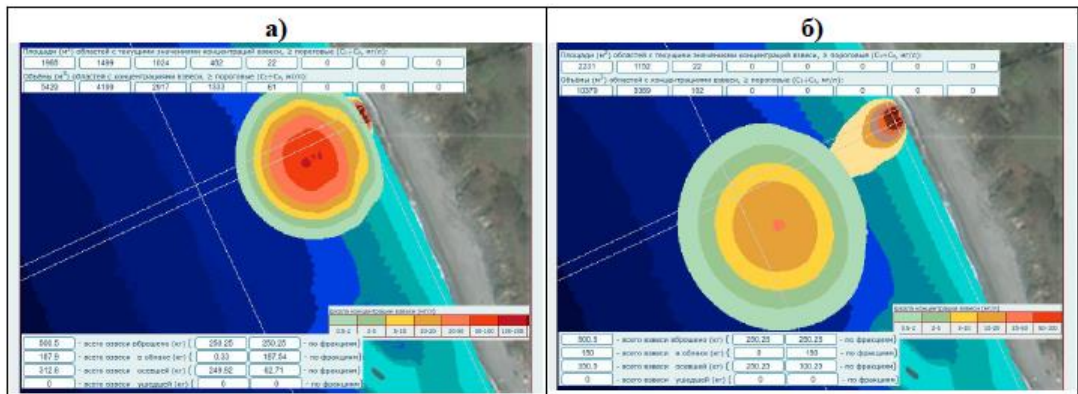


Рисунок 12 — Концентрация взвеси через: а) 587 мин (9,8 час); б) 1772 мин (27,8 час), после окончания работ при засыпке ГПС пазух котлована корня буны №1

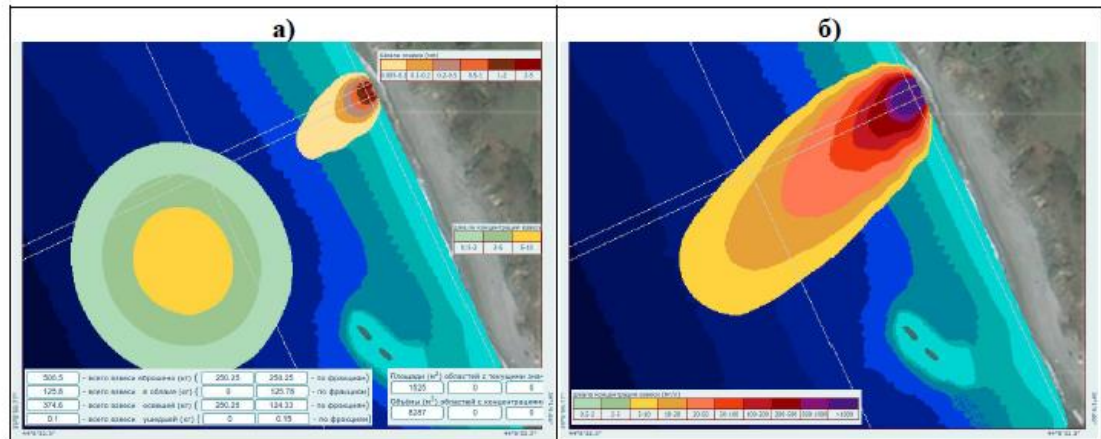


Рисунок 13 — Концентрация взвеси и толщина образовавшегося осадка через 45 час после окончания работ (а) и площади дна под «протёкшими объемами» с пороговыми концентрациями (б) при засыпке ГПС пазух котлована корня буны №1

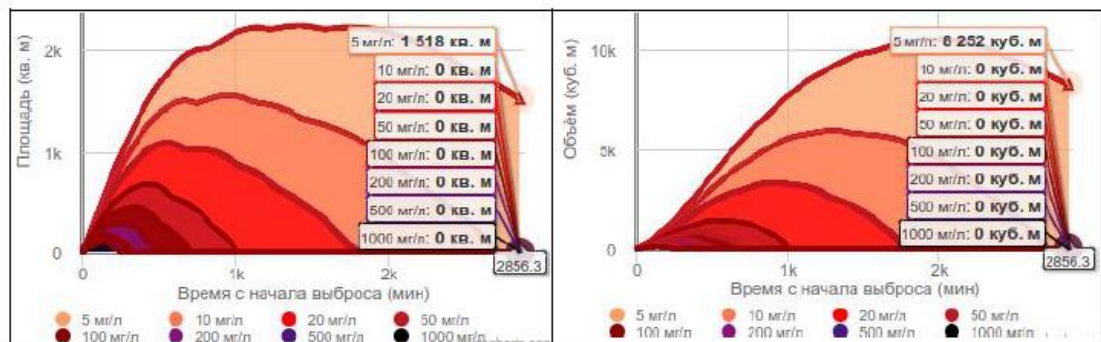


Рисунок 14 — Изменение площадей и объемов с концентрациями взвеси выше пороговых при засыпке ГПС пазух котлована корня буны №1

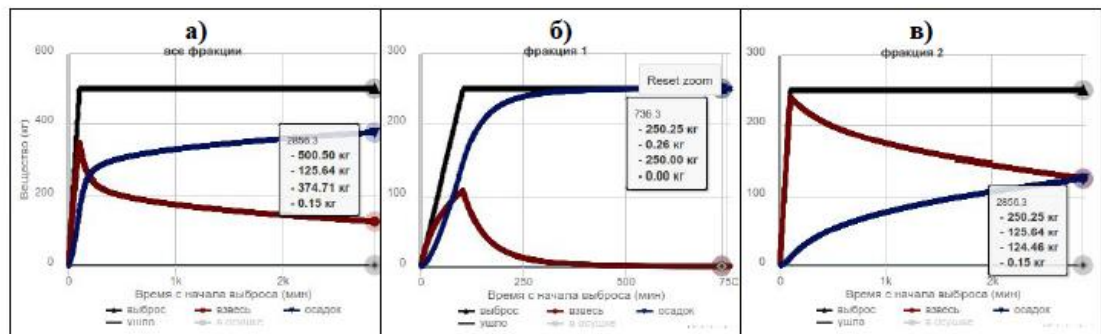


Рисунок 15 — Баланс вещества при засыпке ГПС пазух котлована корня буны №1 для смеси фракций (а) и по фракциям: б) 0,05 мм; в) 0,01 мм



### 2.2.1.3 Устройство котлована головной части буны

Таблица 22 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 5970                      | 4706      | 3624      | 2482      | 1789       | 1246       | 703        | 405         |

Таблица 23 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1050                      | 907       | 771       | 598       | 478        | 365        | 233        | 146         |

Таблица 24 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 11116                     | 8653      | 6588      | 4431      | 3171       | 2196       | 1294       | 869         |

Таблица 25 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 522                     | 313      | 156      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 26 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2069                      | 1629      | 1254      | 855       | 617        | 431        | 256        | 173         |

Таблица 27 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 15                      | 9,5      | 4,6      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 28 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 36                        | 31        | 26        | 19        | 14         | 9,4        | 5,8        | 3,6         |

Таблица 29 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 8672                      | 6831      | 5267      | 3601      | 2620       | 1848       | 1119       | 729         |

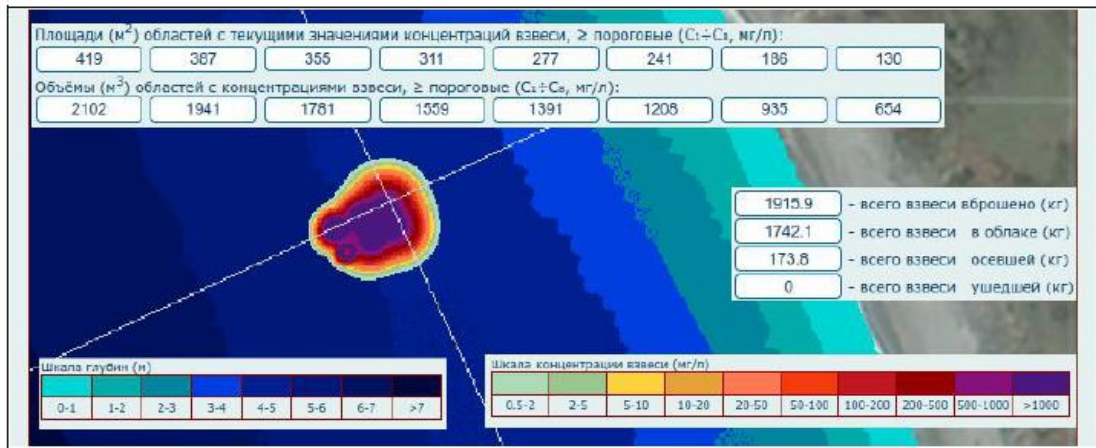


Рисунок 16 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (46,6 мин) при устройстве котлована головной части буны №1

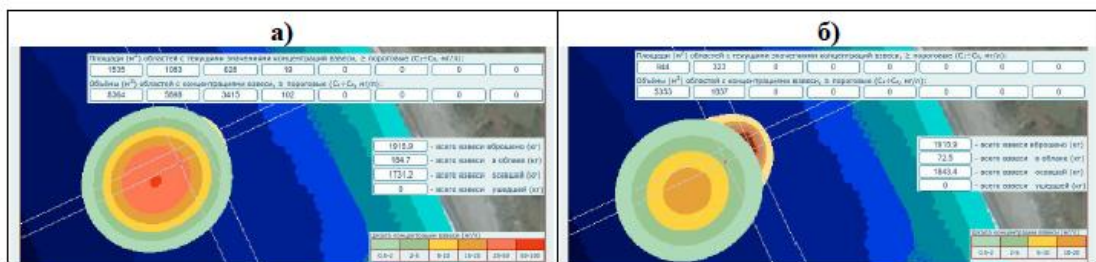


Рисунок 17 — Концентрация взвеси через: а) 9,1 час; б) 13,1 час, после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №1

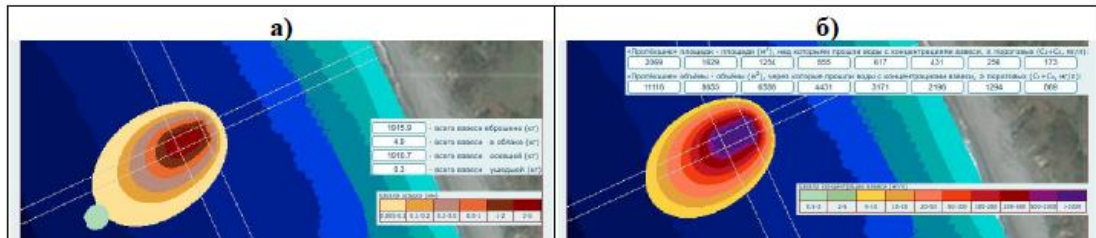


Рисунок 18 — Толщина образовавшегося осадка (а) и площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (б) при устройстве котлована головной части буны №1



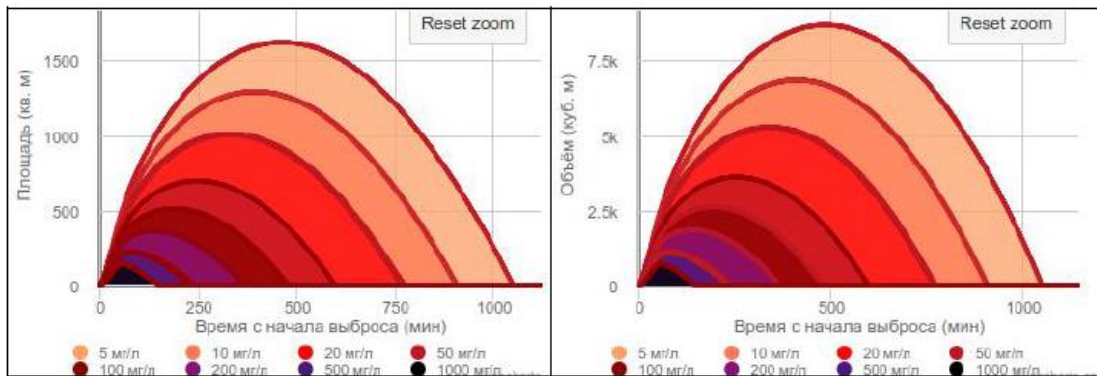


Рисунок 19 — Изменение площадей и объёмов с концентрациями взвеси выше пороговых при устройстве котлована головной части буны №1

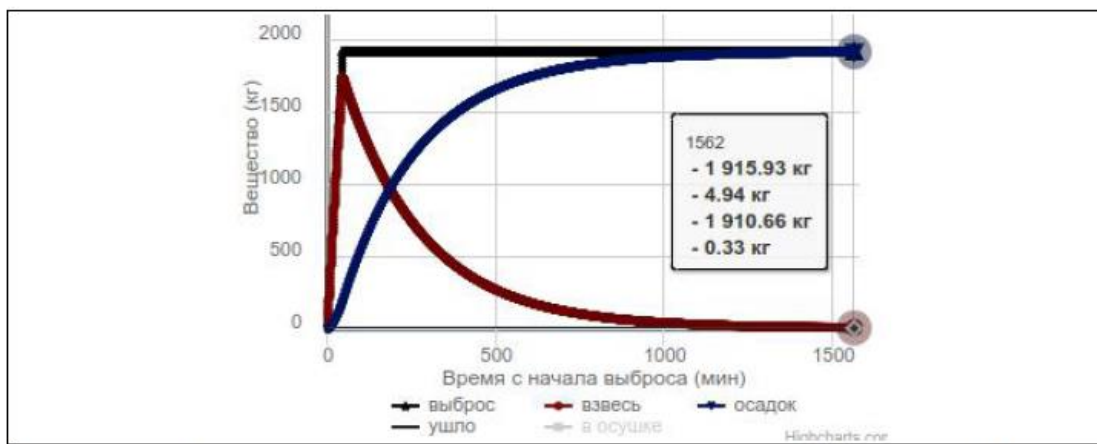


Рисунок 20 — Баланс вещества при устройстве котлована головной части буны №1

2.2.1.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны

Таблица 30 - Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |      |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 2044                    | 1439 | 824 | 44  | 2    | 0    | 0    | 0     |

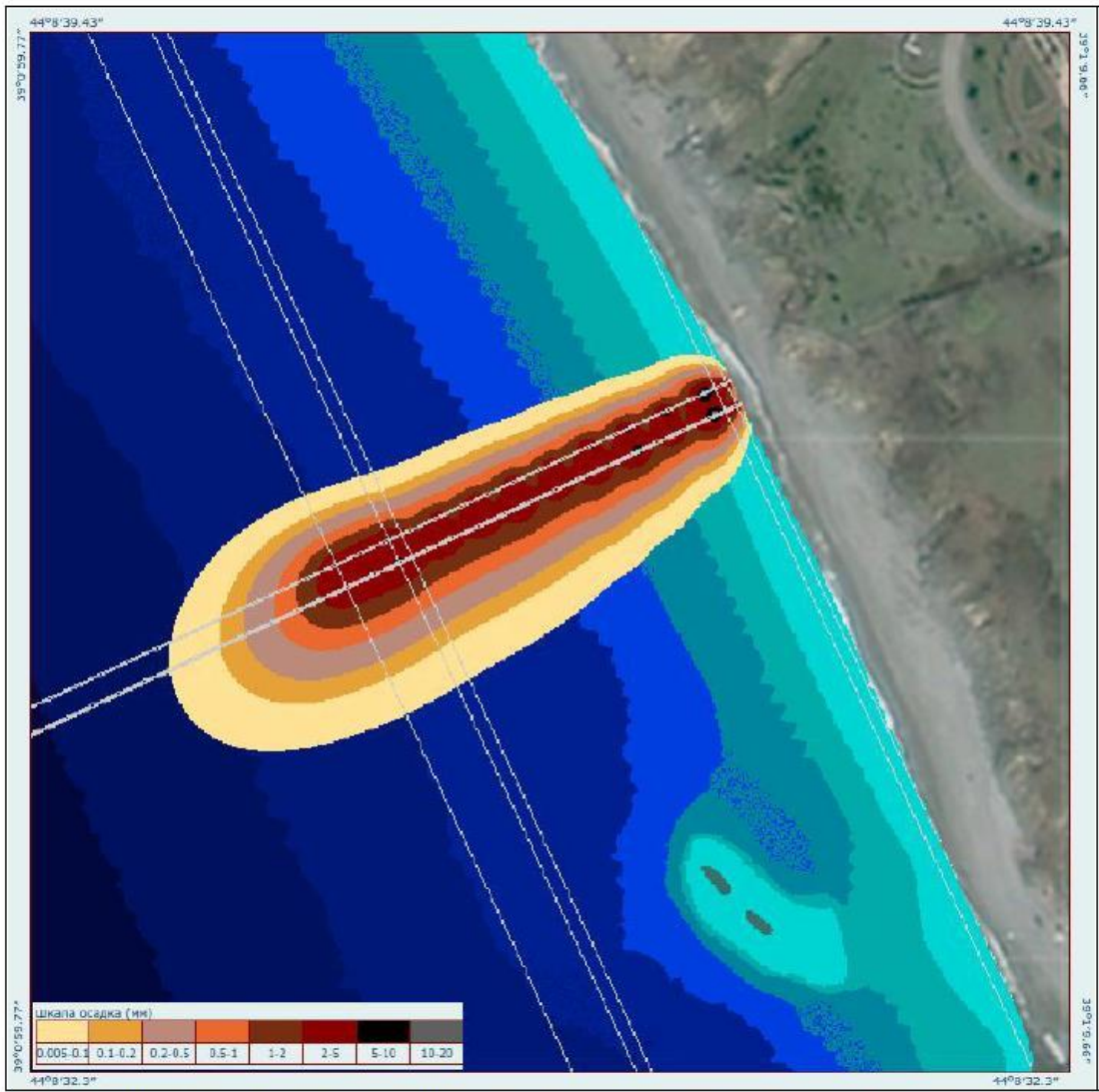


Рисунок 21 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №1.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 35882 м<sup>2</sup>;  
объём воды - 154132 м<sup>3</sup>; средняя глубина - 4,3 м; максимальная глубина - 8 м

## 2.2.2 Буна №2

### 2.2.2.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 13 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 5057                      | 4090      | 3247      | 2281      | 1511       | 755        | 198        | 83          |

Таблица 14 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 696                       | 563       | 434       | 279       | 187        | 110        | 65         | 43          |

Таблица 15 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 8851                      | 6998      | 5403      | 3707      | 2729       | 1682       | 647        | 327         |

Таблица 16 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 160                     | 11       | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 17 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2598                      | 2118      | 1685      | 1206      | 913        | 597        | 251        | 133         |

Таблица 18 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 13                      | 6,7      | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 19 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 23                        | 18        | 14        | 7,1       | 4,6        | 4,5        | 2,0        | 1,5         |

Таблица 20 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 7324                      | 5976      | 4817      | 3467      | 2591       | 1466       | 566        | 214         |



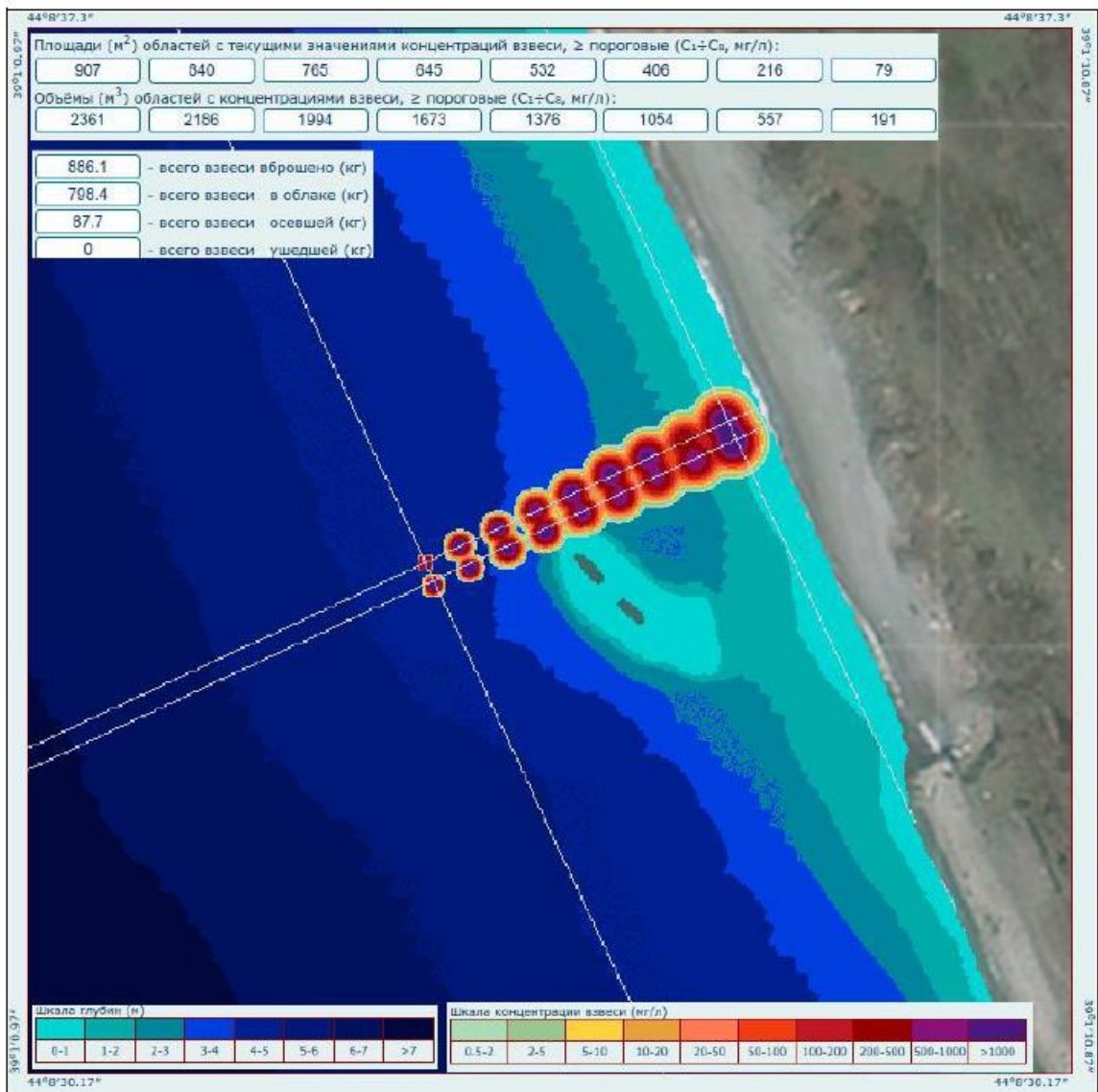


Рисунок 22 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (21,09 мин) при устройстве котлована тела буны №2.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 36460 м²;  
 объем воды - 164730 м³; средняя глубина - 4,52 м; максимальная глубина - 8 м

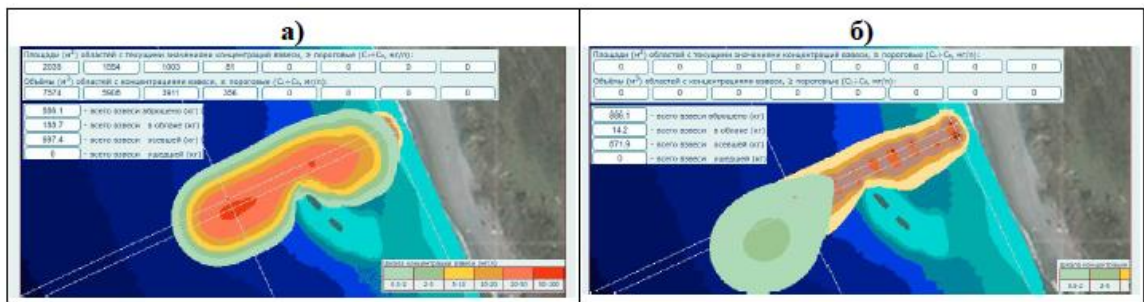


Рисунок 23 — Концентрация взвеси через: а) 6 час; б) 13,4 час, после окончания работ при устройстве котлована тела буны №2

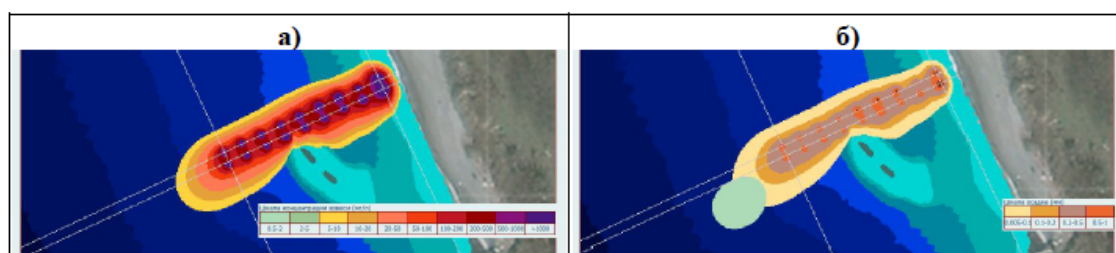


Рисунок 24 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №2

#### 2.2.2.2 Засыпка ГПС пазух котлована корня буны

Таблица 21 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| > 8358                    | 3891      | 2330      | 1010      | 504        | 323        | 138        | 68          |

Таблица 22 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| > 3244                    | 3080      | 2176      | 1722      | 1484       | 565        | 340        | 274         |

Таблица 23 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 24979                     | 13920     | 7286      | 3286      | 2007       | 792        | 306        | 159         |

Таблица 24 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 127                     | 76       | 29       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 25 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| > 6622                    | 4377      | 2842      | 1547      | 1032       | 512        | 269        | 170         |

Таблица 26 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 7,3                     | 4,4      | 1,5      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 27 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 136                       | 111       | 84        | 43        | 33         | 22         | 13         | 7,5         |



Таблица 28 - Максимальные объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 9424                      | 5674 | 3327 | 1694 | 901   | 447   | 215   | 117    |

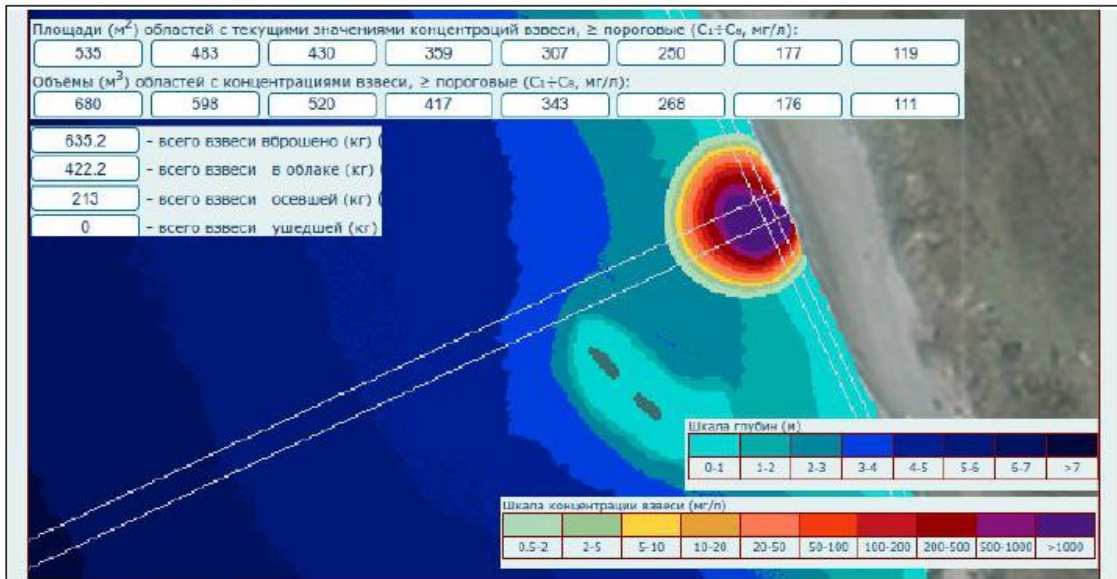


Рисунок 25 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (132 мин) при засыпке ПГС пазух котлована корня буны №2

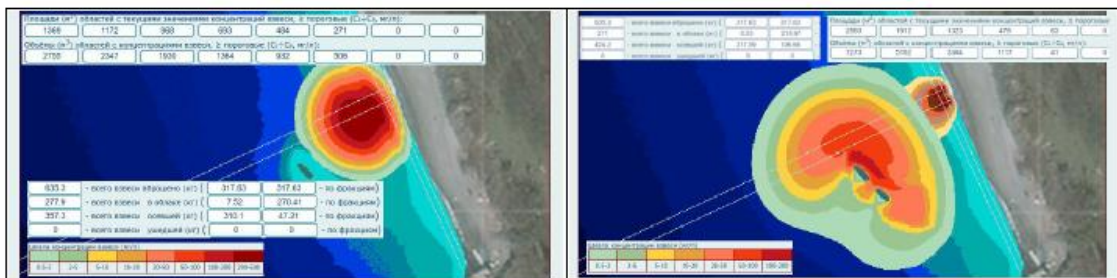


Рисунок 26 — Концентрация взвеси через 3,9 час и 17,7 час после окончания работ при засыпке ПГС пазух котлована корня буны №2

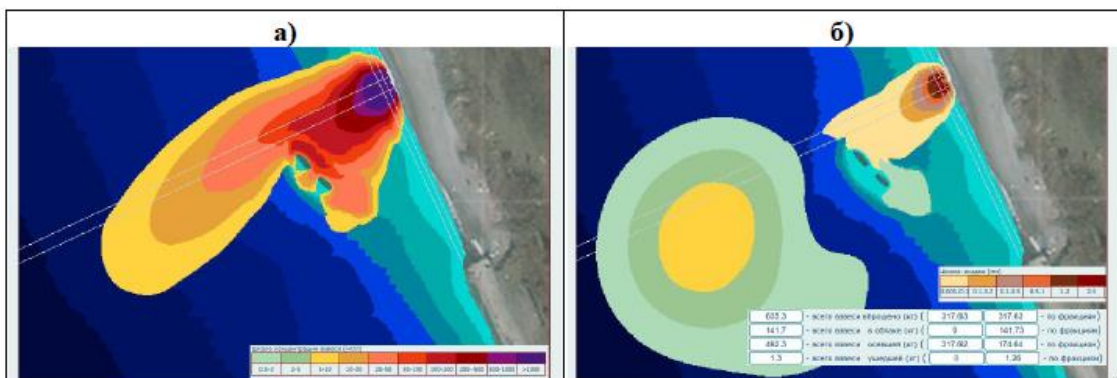


Рисунок 27 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при засыпке ПГС пазух котлована корня буны №2

### 2.2.2.3 Устройство котлована головной части буны

Таблица 29 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 6609                      | 5270      | 4107      | 2859      | 2099       | 1492       | 874        | 534         |

Таблица 30 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1171                      | 1020      | 879       | 701       | 576        | 458        | 318        | 224         |

Таблица 31 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 12665                     | 9990      | 7716      | 5322      | 3886       | 2762       | 1677       | 1118        |

Таблица 32 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 683                     | 435      | 249      | 35       | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 33 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2375                      | 1896      | 1483      | 1039      | 765        | 549        | 336        | 225         |

Таблица 34 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 18                      | 13       | 7,2      | 1,8      | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 35 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 45                        | 38        | 31        | 25        | 19         | 13         | 8,7        | 5,9         |

Таблица 36 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 9679                      | 7696      | 6016      | 4203      | 3103       | 2232       | 1365       | 902         |



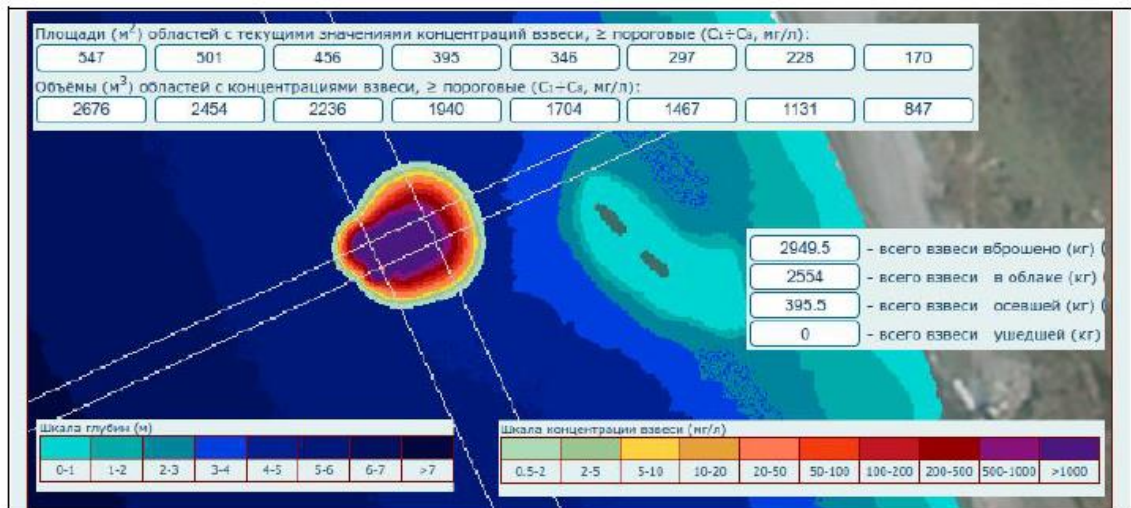


Рисунок 28 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (70,2 мин) при устройстве котлована головной части буны №2

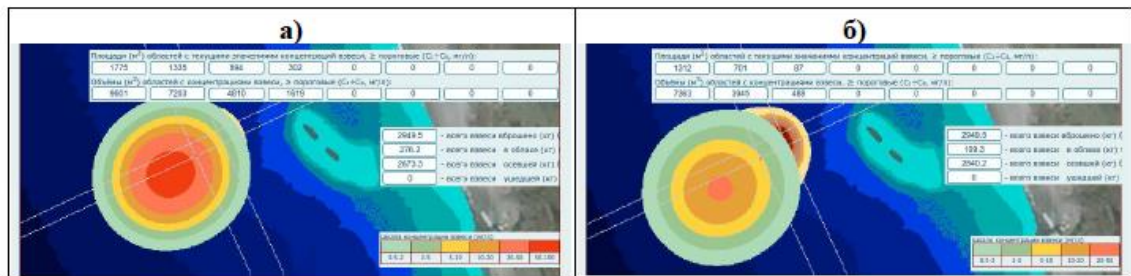


Рисунок 29 — Концентрация взвеси через: а) 9,1 час; б) 13,1 час, после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №2

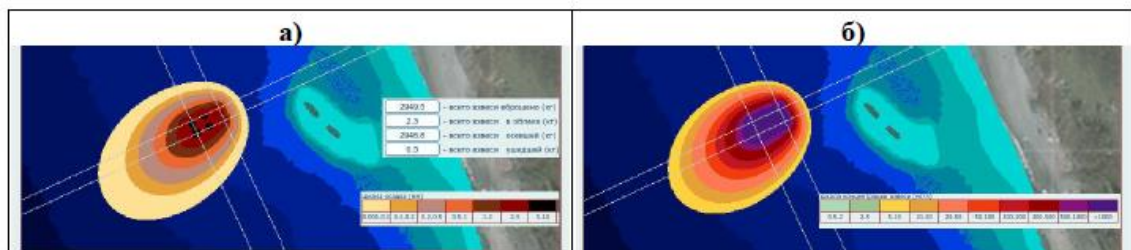


Рисунок 30 — Толщина образовавшегося осадка (а) и площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (б) при устройстве котлована головной части буны №2



### 2.2.2.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны

Таблица 37 - Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 1076                    | 570 | 313 | 44  | 0    | 0    | 0    | 0     |

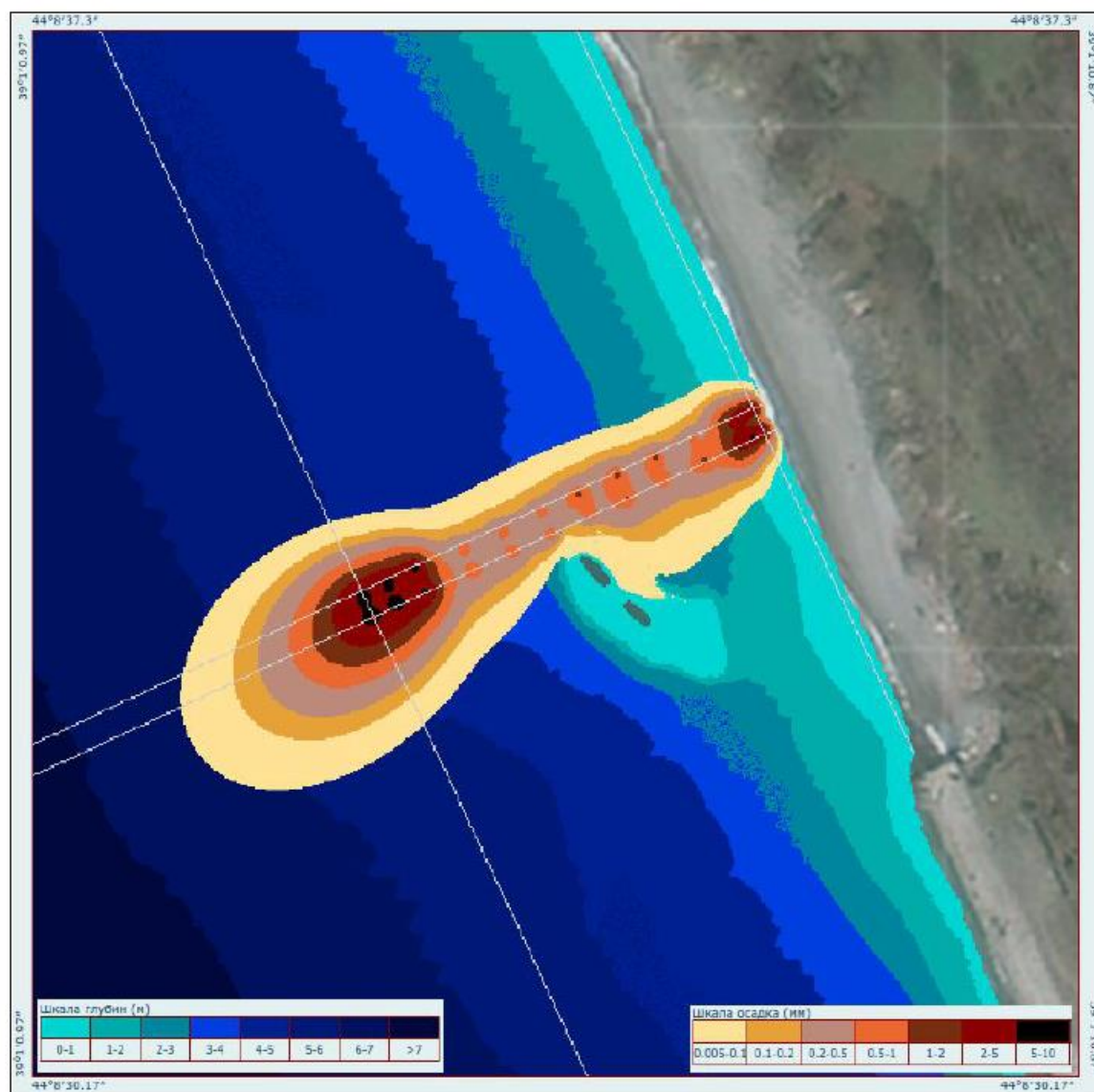


Рисунок 31 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №2.

### 2.2.3 Буна №3

#### 2.2.3.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 38 - Средние объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 3721                      | 2932 | 2298 | 1608 | 1203  | 881   | 538   | 355    |

Таблица 39 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 1003                      | 884  | 765  | 625  | 523   | 427   | 326   | 260    |

Таблица 40 - Интегральные объёмы воды (м³), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 7643                      | 6004 | 4647 | 3233 | 2395  | 1725  | 1069  | 734    |

Таблица 41 - Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 581                     | 387 | 242 | 107 | 0    | 0    | 0    | 0     |

Таблица 42 - Площади (м²) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 2106                      | 1711 | 1372 | 998  | 765   | 572   | 376   | 269    |

Таблица 43 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |     |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 18                      | 13  | 8,7 | 4,0 | 0    | 0    | 0    | 0     |

Таблица 44 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 41                        | 35   | 31   | 25   | 20    | 16    | 11    | 6,7    |

Таблица 45 - Максимальные объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 5390                      | 4283 | 3393 | 2385 | 1790  | 1305  | 827   | 566    |

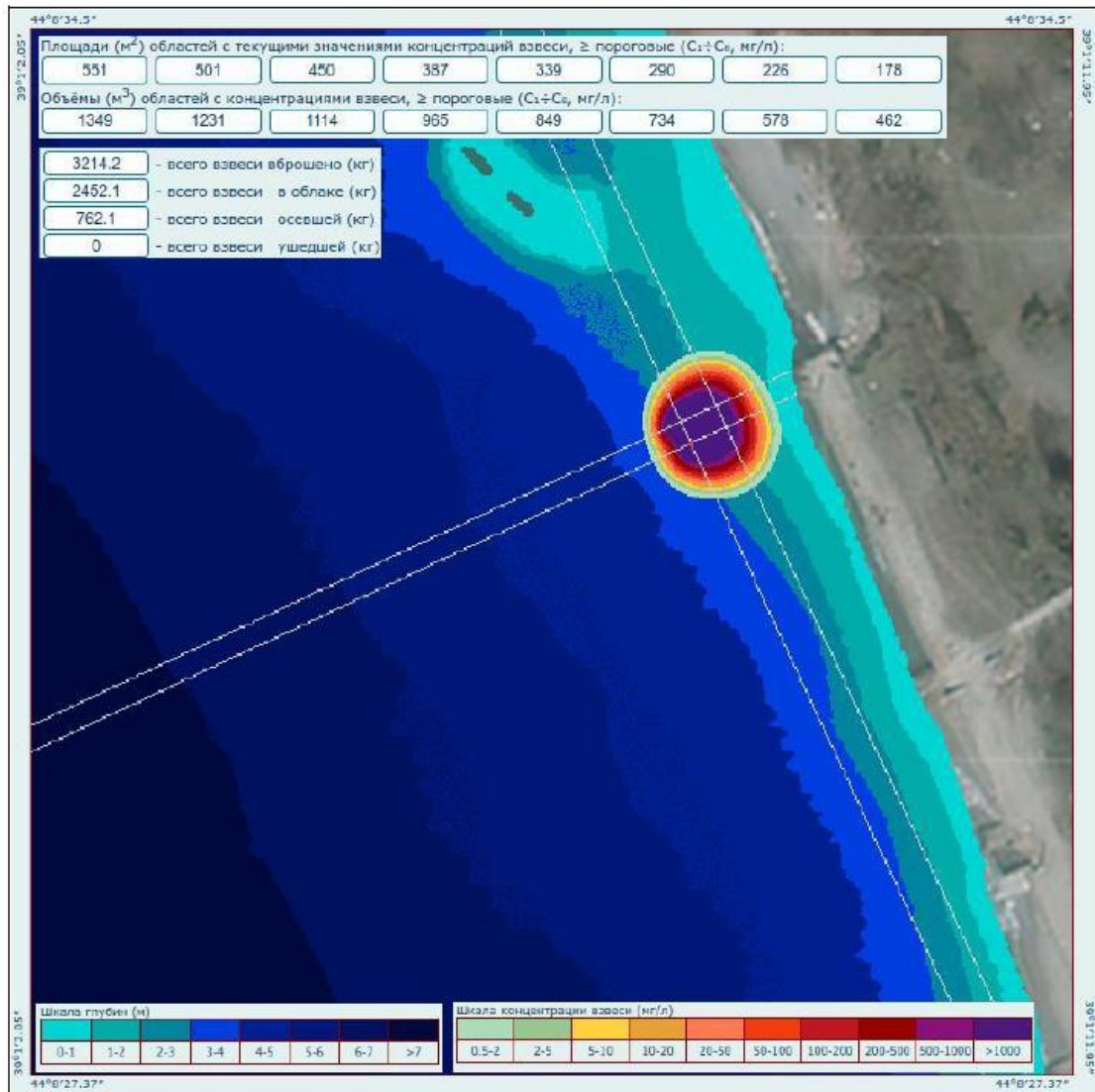


Рисунок 32 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (76,5 мин) при устройстве котлована тела буны №3.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 38725 м²;  
 объём воды - 193578 м³; средняя глубина - 5,0 м; максимальная глубина - 9,45 м

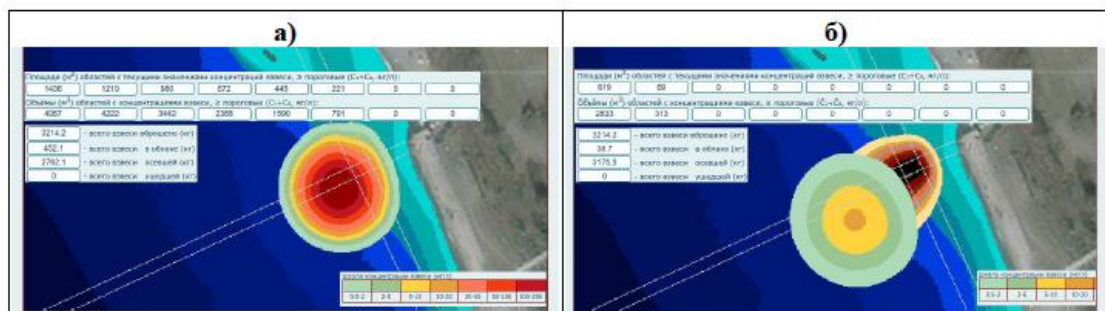


Рисунок 33 — Концентрация взвеси через: а) 4,6 час; б) 13,1 час, после окончания работ при устройстве котлована тела буны №3



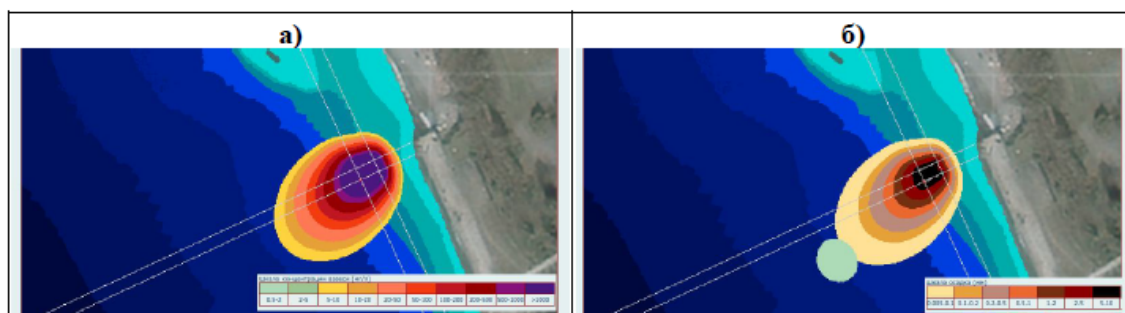


Рисунок 34 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №3

### 2.2.3.2 Устройство котлована удлинения буны

Таблица 46 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 5189                      | 4111      | 3201      | 2225      | 1633       | 1157       | 680        | 407         |

Таблица 47 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1078                      | 941       | 806       | 634       | 512        | 399        | 268        | 190         |

Таблица 48 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 9942                      | 7826      | 6026      | 4110      | 2968       | 2076       | 1228       | 813         |

Таблица 49 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 543                     | 335      | 183      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 50 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2105                      | 1677      | 1307      | 905       | 663        | 472        | 287        | 193         |

Таблица 51 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 16                      | 10       | 5,2      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 52 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 38                        | 33        | 27        | 21        | 16         | 12         | 6,1        | 4,6         |

Таблица 53 - Максимальные объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 7602                      | 6054      | 4711      | 3264      | 2391       | 1700       | 1039       | 693         |

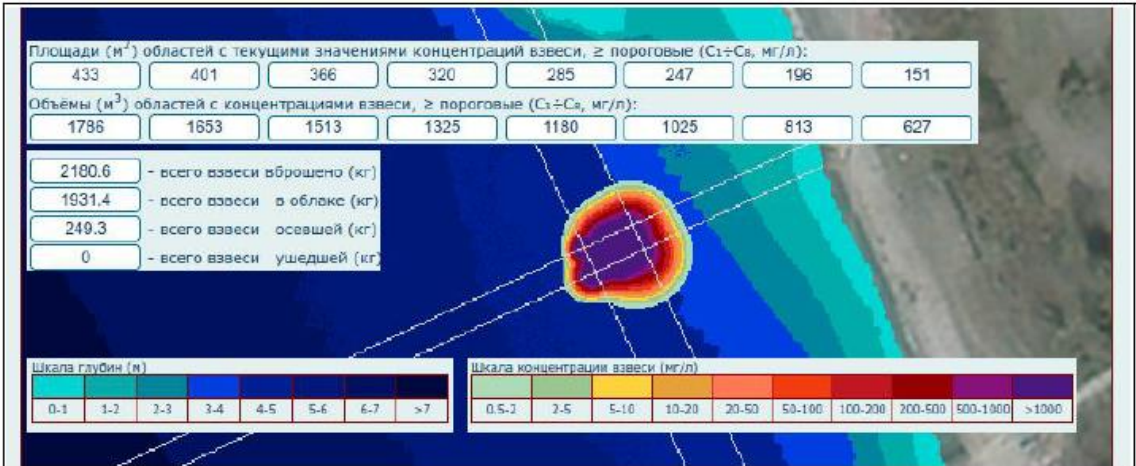


Рисунок 35 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (51,9 мин) при устройстве котлована удлинения тела буны №3

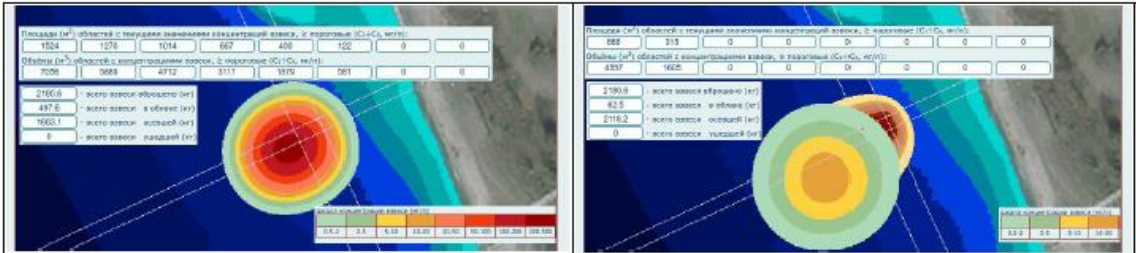


Рисунок 36 — Концентрация взвеси через 5,1 час и 13,6 час после окончания работ при устройстве котлована удлинения тела буны №3



Рисунок 37 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована удлинения тела буны №3

### 2.2.3.3 Устройство котлована головной части буны

Таблица 54 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 5394                      | 4242      | 3283      | 2234      | 1605       | 1109       | 630        | 361         |

Таблица 55 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1056                      | 910       | 767       | 594       | 474        | 360        | 222        | 130         |

Таблица 56 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 10045                     | 7802      | 5939      | 3978      | 2845       | 1965       | 1158       | 784         |

Таблица 57 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 464                     | 272      | 111      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 58 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1945                      | 1531      | 1178      | 797       | 574        | 398        | 235        | 159         |

Таблица 59 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 13                      | 7,4      | 3,1      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 60 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 36                        | 30        | 25        | 19        | 14         | 10         | 5,3        | 3,2         |

Таблица 61 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 7776                      | 6116      | 4715      | 3220      | 2334       | 1654       | 1014       | 675         |



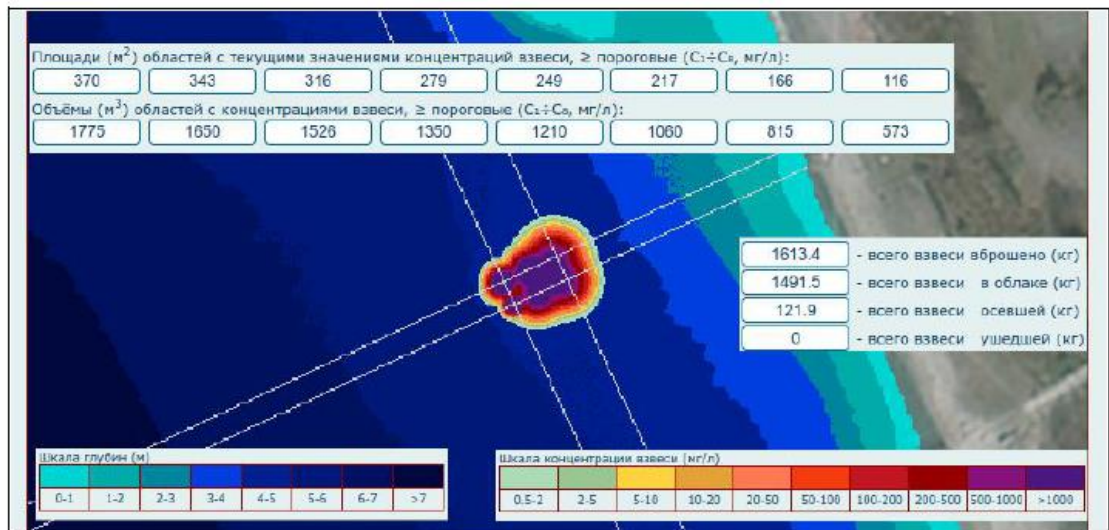


Рисунок 38 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (38,4 мин) при устройстве котлована головной части буны №3

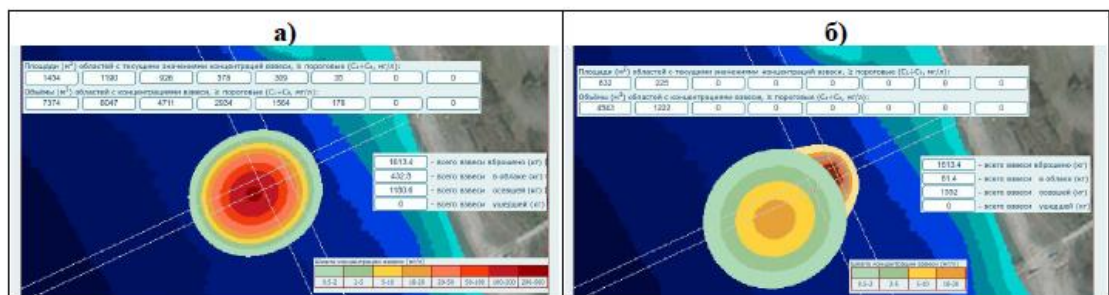


Рисунок 39 — Концентрация взвеси через: а) 5,1 час; б) 13,6 час, после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №3



Рисунок 40 — Толщина образовавшегося осадка (а) и площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (б) при устройстве котлована головной части буны №3

2.2.3.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны

Таблица 62 - Площади (м²) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |      |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 1483                    | 1049 | 637 | 127 | 0    | 0    | 0    | 0     |

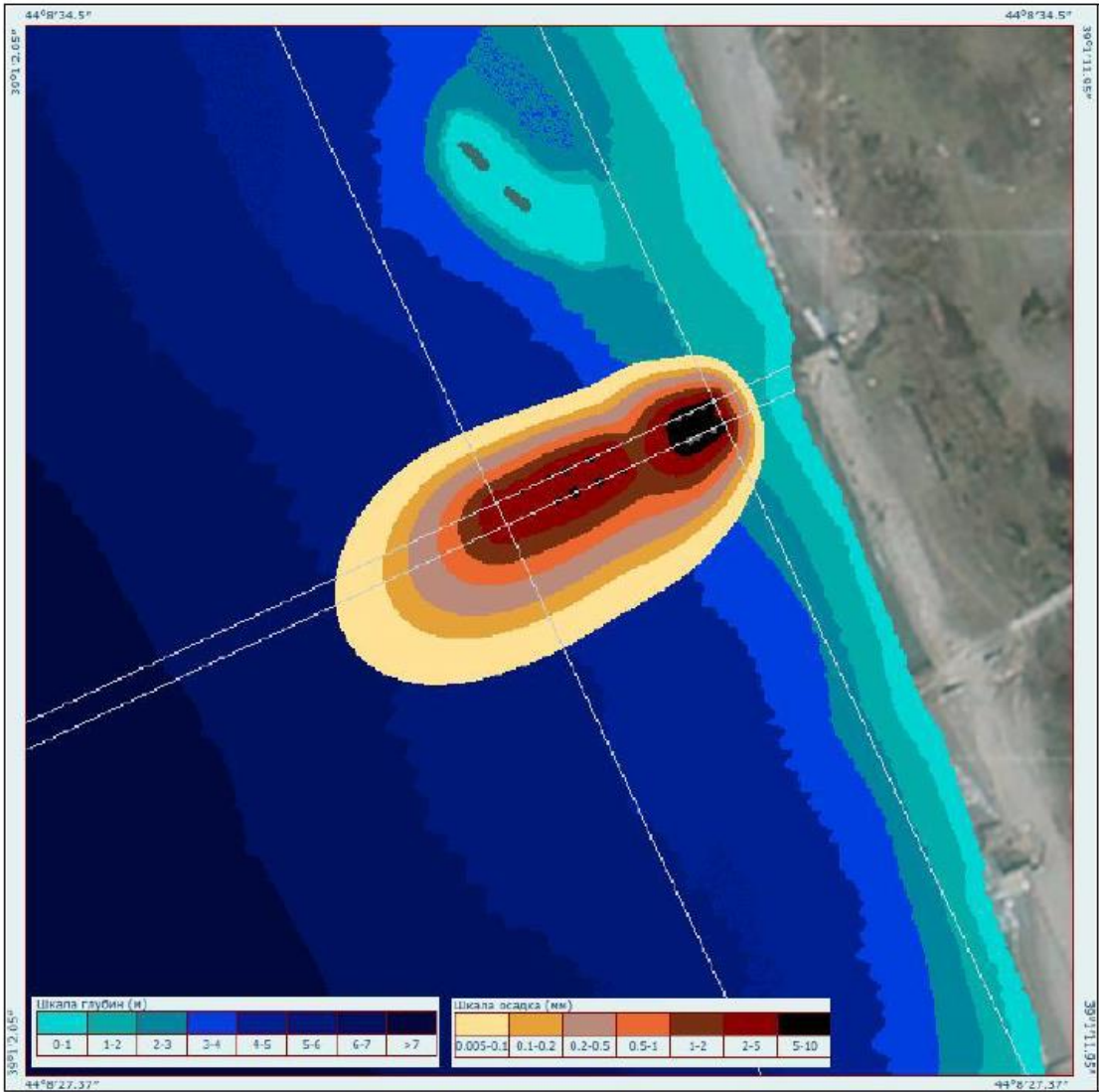


Рисунок 41 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №3.



## 2.2.4 Буна №4

### 2.2.4.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 63 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 8411                      | 6979      | 5689      | 4215      | 3266       | 2427       | 1320       | 508         |

Таблица 64 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1281                      | 1113      | 956       | 755       | 606        | 462        | 288        | 203         |

Таблица 65 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 15975                     | 13128     | 10680     | 7943      | 6245       | 4819       | 3271       | 1642        |

Таблица 66 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 1426                    | 975      | 363      | 36       | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 67 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 3736                      | 3161      | 2652      | 2059      | 1675       | 1341       | 963        | 549         |

Таблица 68 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 15                      | 9,2      | 4,5      | 1,1      | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 69 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 38                        | 32        | 27        | 20        | 15         | 11         | 6,8        | 4,3         |

Таблица 70 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 12198                     | 10223     | 8349      | 6229      | 5023       | 4010       | 2459       | 889         |

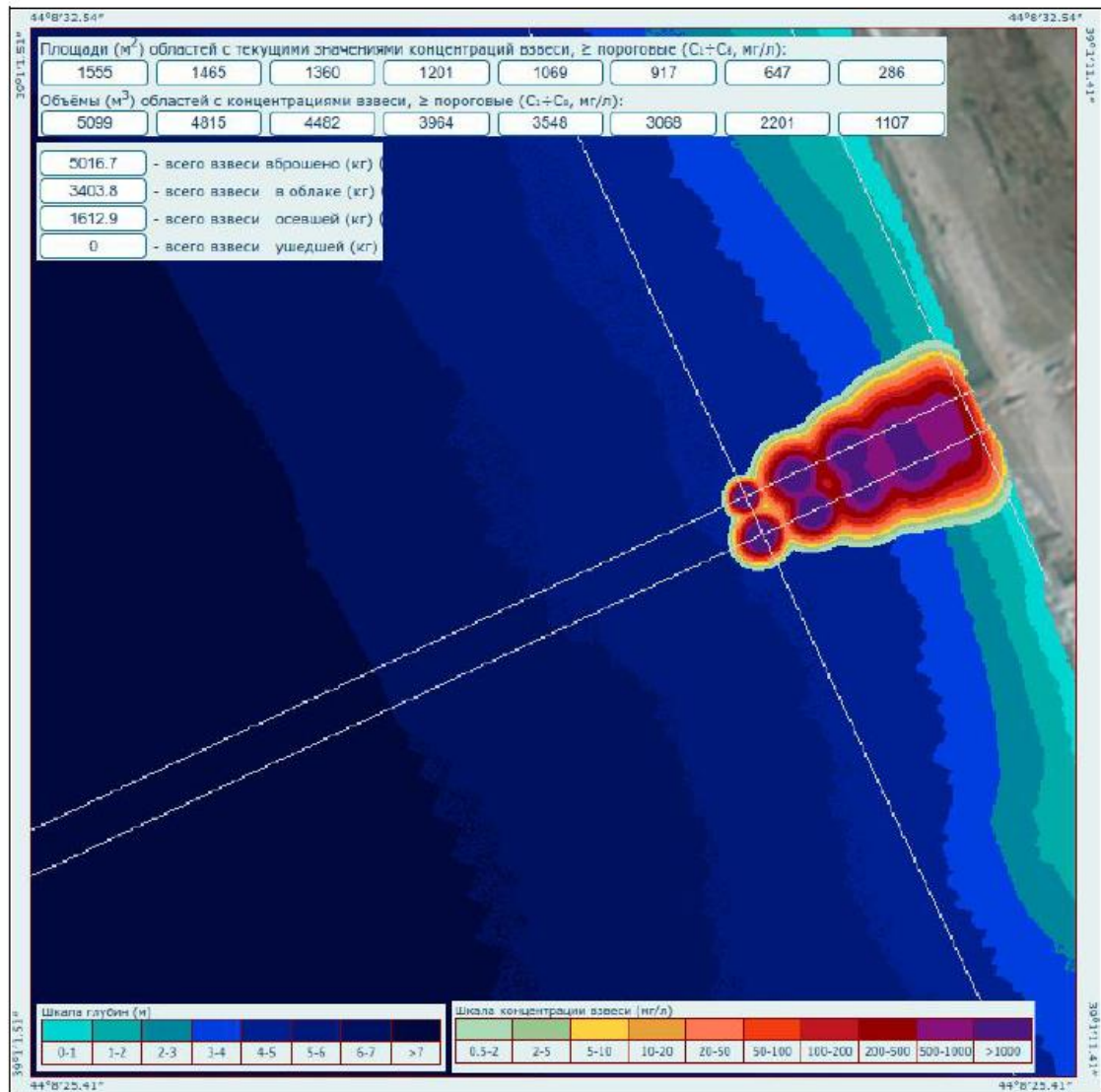


Рисунок 42 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (119,4 мин) при устройстве котлована тела буны №4.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 45013  $m^2$ ;  
 объём воды - 265204  $m^3$ ; средняя глубина - 5,89 м; максимальная глубина - 12,0 м

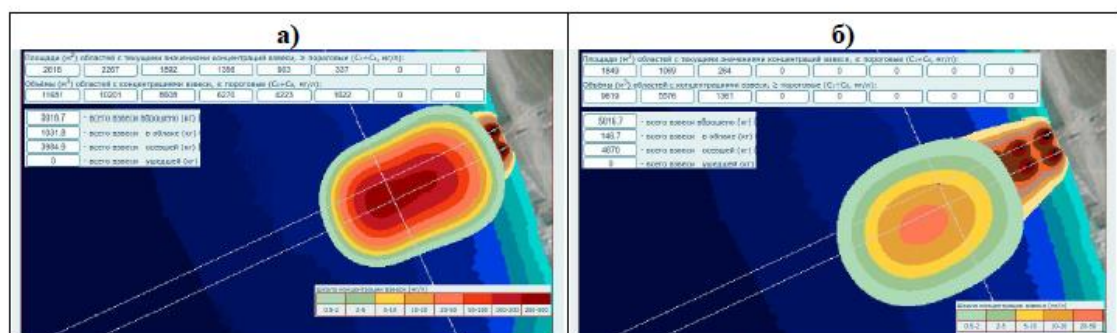


Рисунок 43 — Концентрация взвеси через: а) 4,6 час; б) 13,2 час, после окончания работ при устройстве котлована тела буны №4

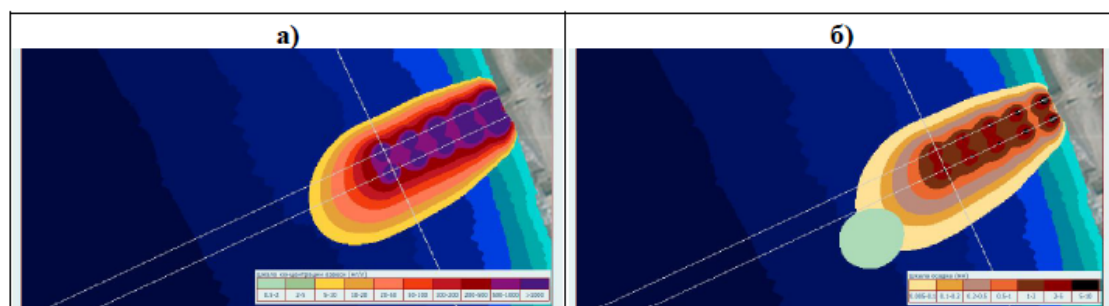


Рисунок 44 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №4

#### 2.2.4.2 Устройство котлована удлинения буны

Таблица 71 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 5870                      | 4626      | 3555      | 2405      | 1735       | 1188       | 670        | 377         |

Таблица 72 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1174                      | 1004      | 846       | 653       | 515        | 392        | 242        | 138         |

Таблица 73 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 11157                     | 8667      | 6562      | 4370      | 3116       | 2143       | 1252       | 771         |

Таблица 74 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 496                     | 290      | 129      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 75 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2047                      | 1608      | 1233      | 836       | 604        | 419        | 248        | 154         |

Таблица 76 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 14                      | 8,6      | 4,0      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |



Таблица 77 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 38                        | 32        | 26        | 20        | 15         | 10         | 5,6        | 3,0         |

Таблица 78 - Максимальные объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 8557                      | 6699      | 5144      | 3487      | 2519       | 1771       | 1063       | 616         |

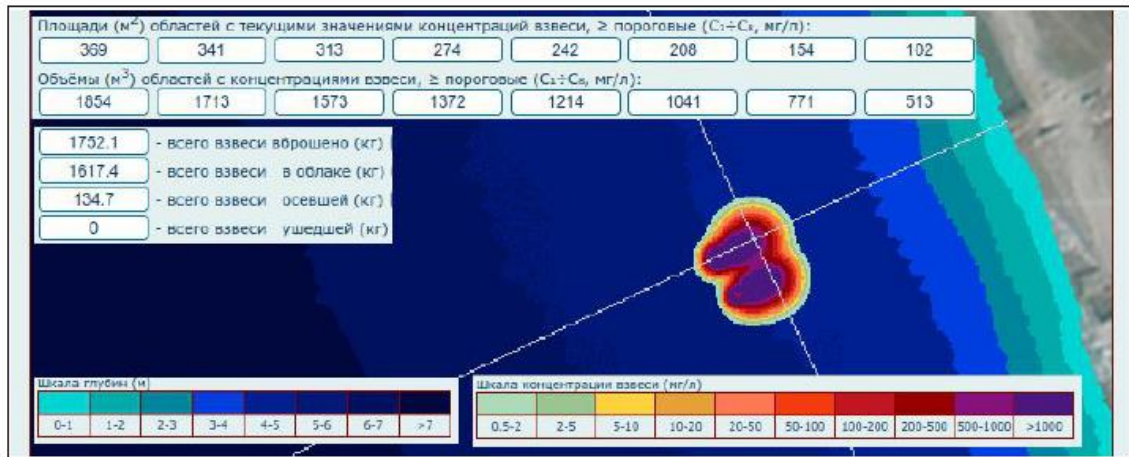


Рисунок 45 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (41,7 мин) при устройстве котлована удлинения тела буны №4

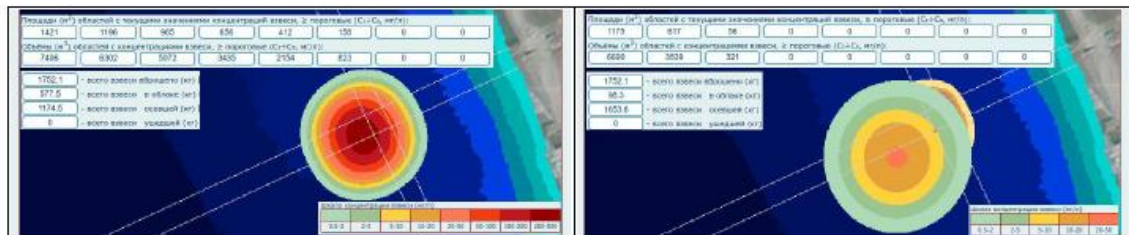


Рисунок 46 — Концентрация взвеси через 4,7 час и 13,2 час после окончания работ при устройстве котлована удлинения тела буны №4

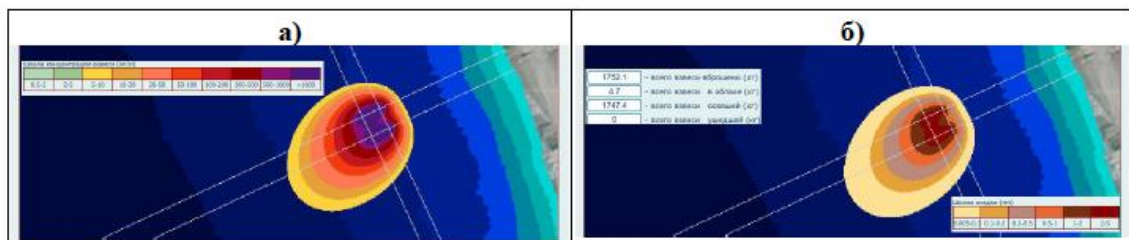


Рисунок 47 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована удлинения тела буны №4

### 2.2.4.3 Устройство котлована головной части буны

Таблица 79 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 7189                      | 5692      | 4427      | 3062      | 2234       | 1570       | 908        | 548         |

Таблица 80 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1344                      | 1171      | 1002      | 786       | 634        | 494        | 328        | 214         |

Таблица 81 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 13948                     | 10987     | 8477      | 5785      | 4187       | 2398       | 1748       | 1139        |

Таблица 82 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 681                     | 426      | 232      | 18       | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 83 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2416                      | 1921      | 1496      | 1034      | 756        | 536        | 323        | 212         |

Таблица 84 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 19                      | 12       | 6,2      | 1,5      | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 85 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 42                        | 35        | 29        | 22        | 17         | 13         | 7,9        | 4,4         |

Таблица 86 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 10508                     | 8344      | 6500      | 4481      | 3292       | 2333       | 1417       | 910         |

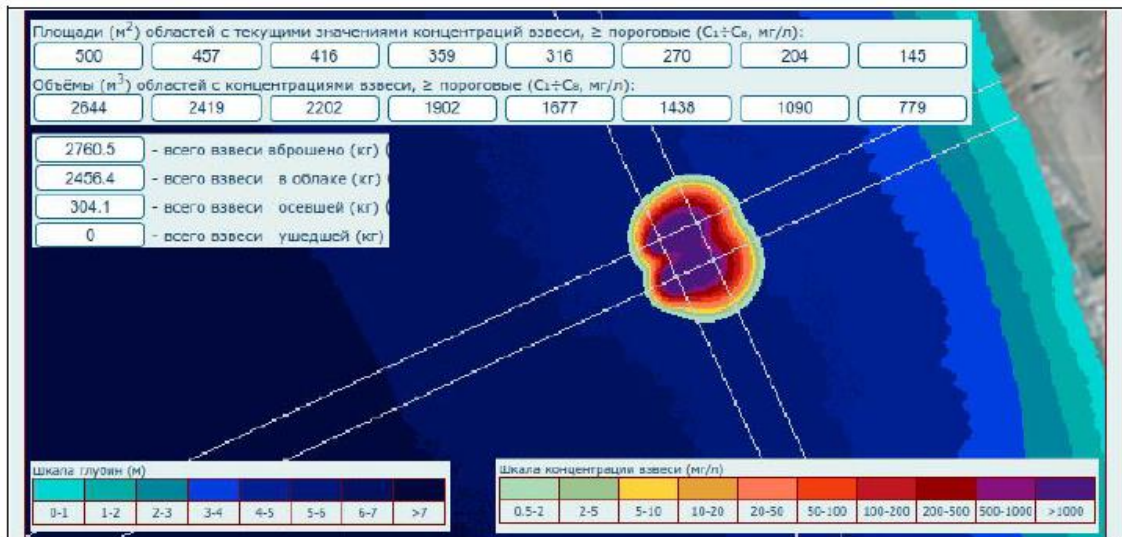


Рисунок 48 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (65,7 мин) при устройстве котлована головной части буны №4

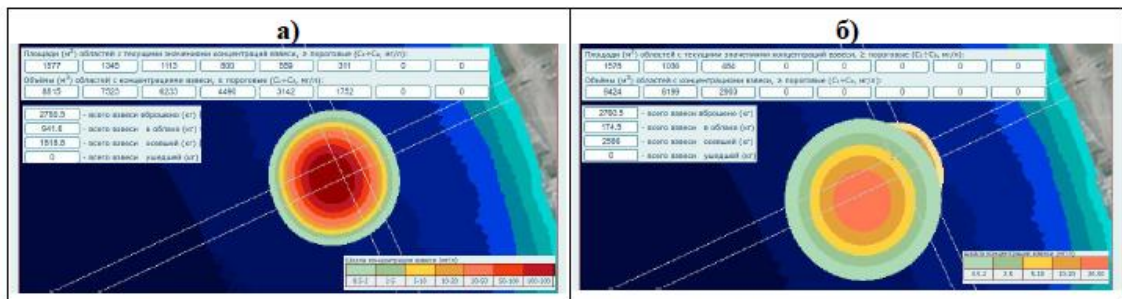


Рисунок 49 — Концентрация взвеси через: а) 4,6 час; б) 13,1 час, после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №4

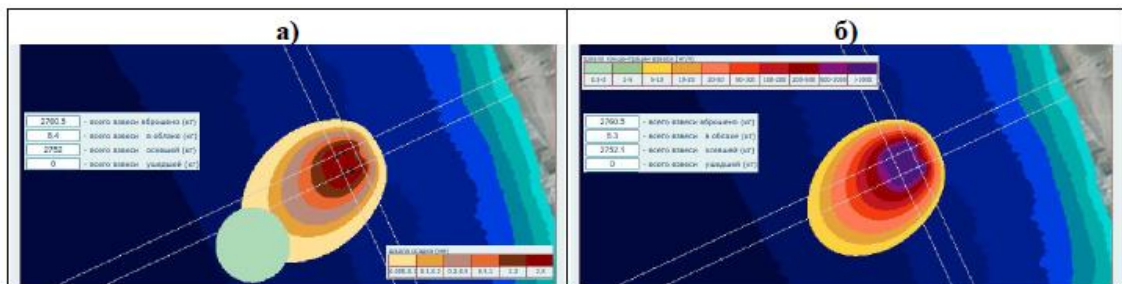


Рисунок 50 — Толщина образовавшегося осадка (а) и площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (б) при устройстве котлована головной части буны №4



2.2.4.4 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны

Таблица 87 - Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |      |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2 | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 2288                    | 1644 | 858 | 119 | 0    | 0    | 0    | 0     |

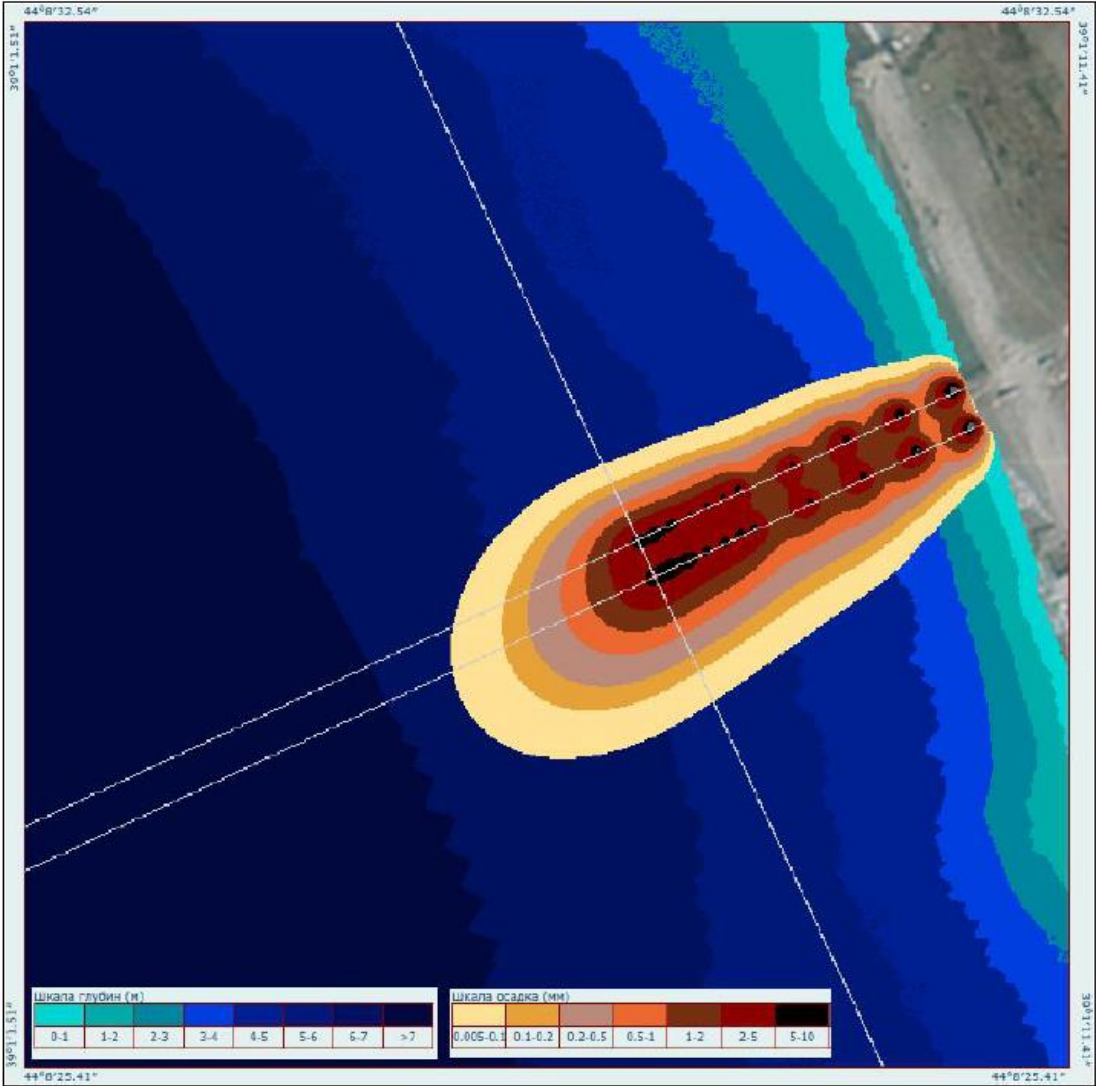


Рисунок 51 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №4.

## 2.2.5 Буна №5

### 2.2.5.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 88 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 9360                      | 7714      | 6256      | 4573      | 3488       | 2543       | 1504       | 821         |

Таблица 89 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1557                      | 1379      | 1206      | 992       | 840        | 699        | 526        | 417         |

Таблица 90 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 19914                     | 16426     | 13354     | 9898      | 7728       | 5908       | 3971       | 2749        |

Таблица 91 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 1803                    | 1321     | 865      | 264      | 47        | 0         | 0         | 0          |

Таблица 92 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 4447                      | 3779      | 3173      | 2469      | 2010       | 1607       | 1150       | 844         |

Таблица 93 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 23                      | 17       | 11       | 3,7      | 2,5       | 0         | 0         | 0          |

Таблица 94 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 47                        | 39        | 34        | 27        | 21         | 16         | 11         | 7,0         |

Таблица 95 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 14109                     | 11828     | 9726      | 7321      | 5792       | 4457       | 2943       | 1733        |



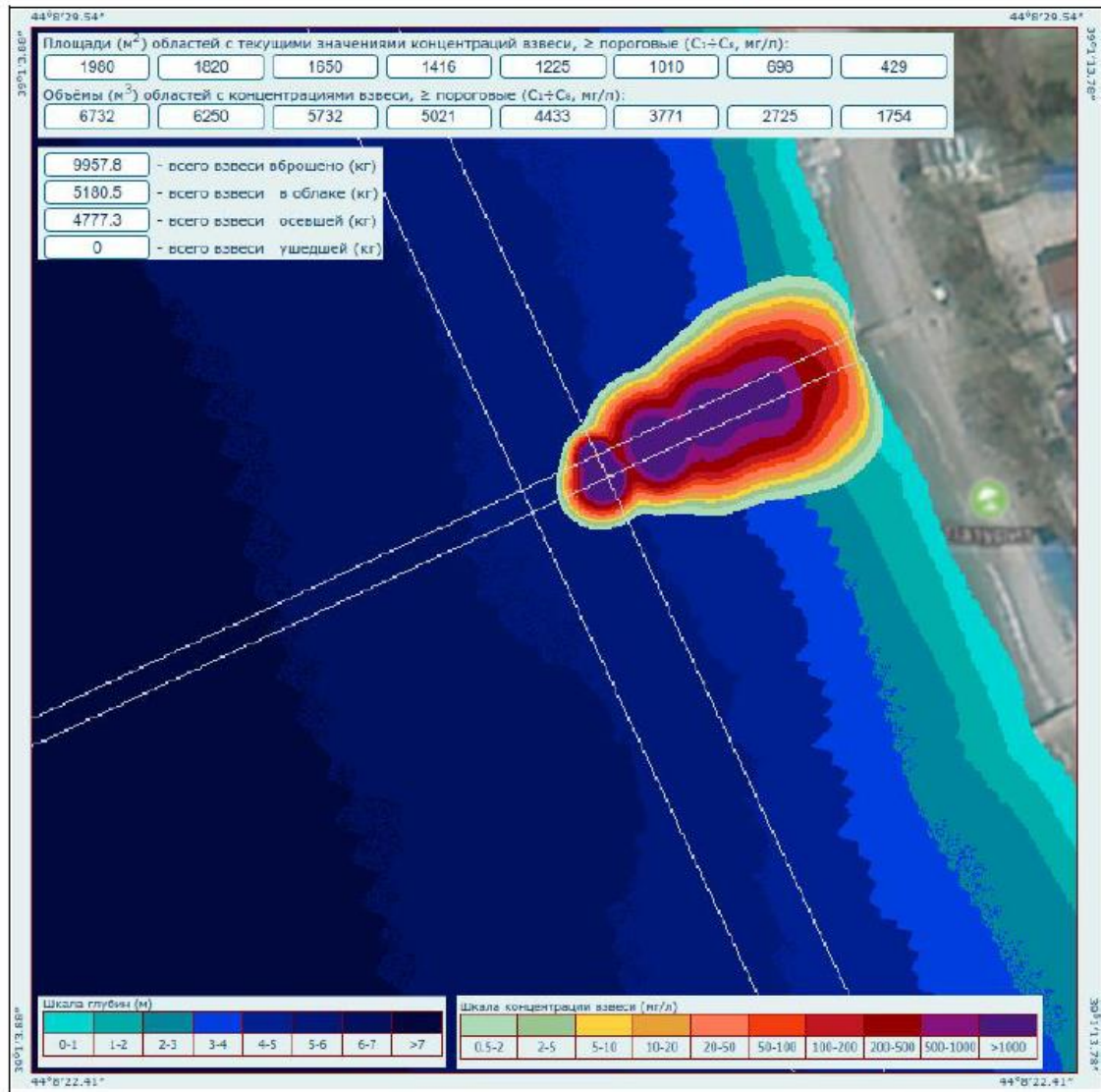


Рисунок 52 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (237,0 мин) при устройстве котлована тела буны №5.  
 Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 42410 м<sup>2</sup>;  
 объём воды - 238121 м<sup>3</sup>; средняя глубина - 5,61 м; максимальная глубина - 10,08 м

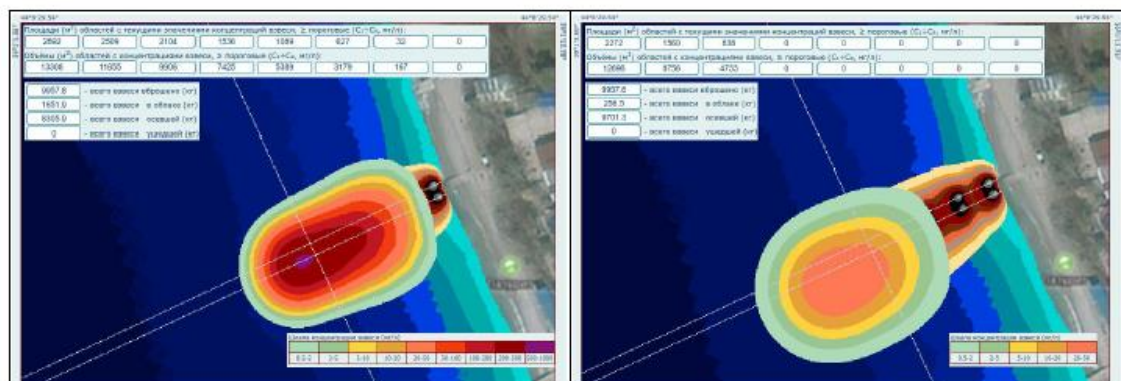


Рисунок 53 — Концентрация взвеси через 4,6 час и 13,2 час, после окончания работ при устройстве котлована тела буны №5

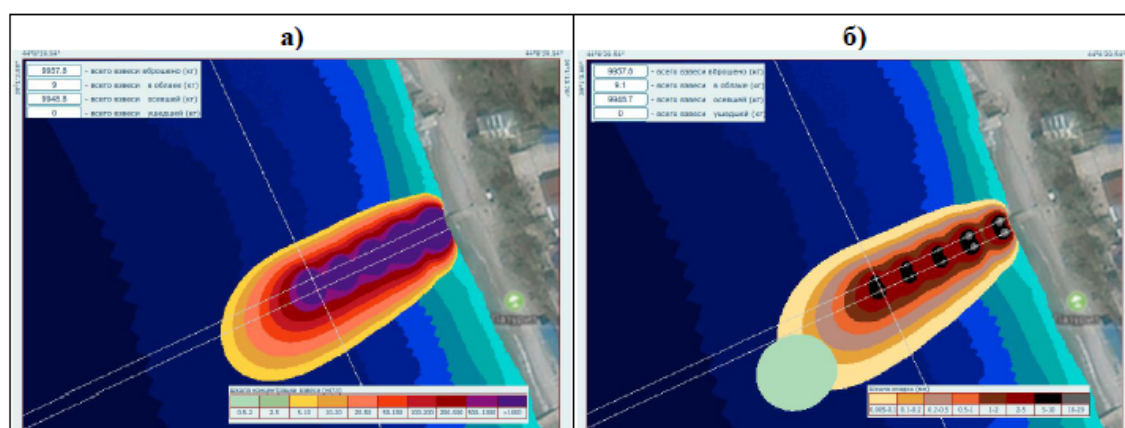


Рисунок 54 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №5

### 2.2.5.2 Устройство котлована головной части буны

Таблица 96 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 6952                      | 5471      | 4218      | 2882      | 2080       | 1442       | 818        | 480         |

Таблица 97 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1276                      | 1106      | 940       | 731       | 581        | 443        | 280        | 173         |

Таблица 98 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 13161                     | 10277     | 7826      | 5250      | 3738       | 2566       | 1490       | 990         |

Таблица 99 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 588                     | 354      | 183      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 100 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2229                      | 1756      | 1348      | 914       | 655        | 454        | 267        | 179         |

Таблица 101 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 17                      | 11       | 4,8      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |



Таблица 102 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 40                        | 34        | 28        | 21        | 16         | 11         | 5,6        | 3,1         |

Таблица 103 - Максимальные объёмы (м<sup>3</sup>) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 10109                     | 7957      | 6145      | 4203      | 3045       | 2142       | 1298       | 853         |

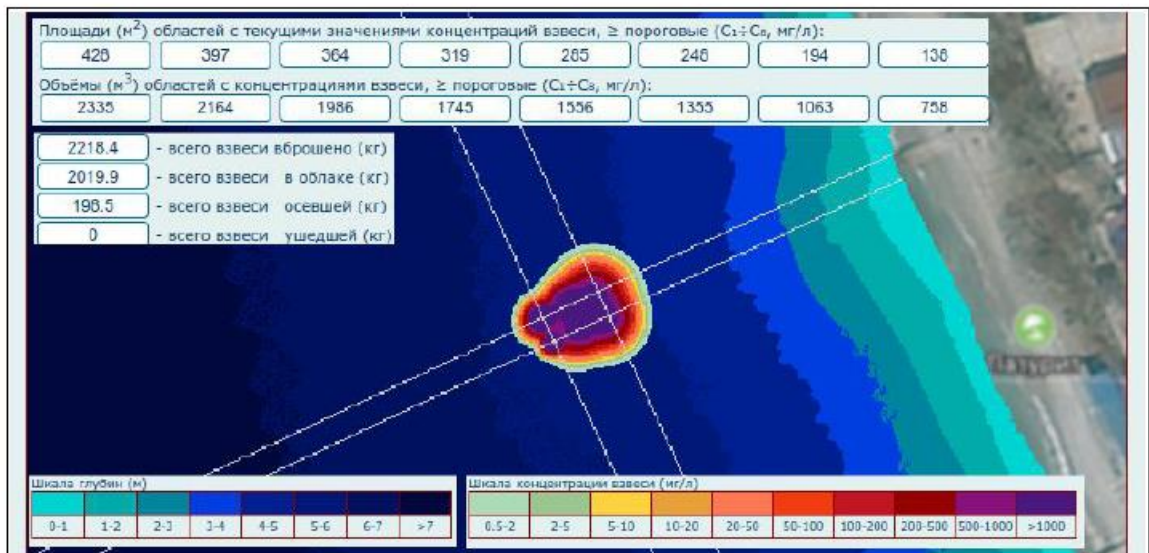


Рисунок 55 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (52,8 мин) при устройстве котлована головной части буны №5



Рисунок 56 — Концентрация взвеси через 6,7 час и 14,0 час после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №5

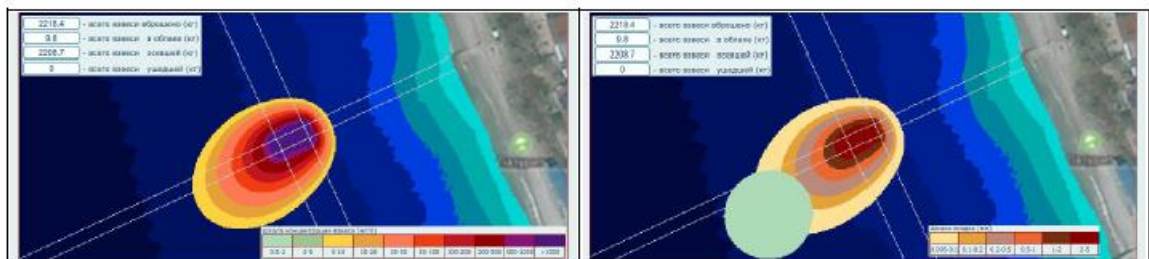


Рисунок 57 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси при устройстве котлована головной части буны №5

**2.2.5.3 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны**

Таблица 104 - Площади (м<sup>2</sup>) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |      |      |     |      |      |      |       |
|-------------------------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| ≥ 0,5                   | ≥ 1  | ≥ 2  | ≥ 5 | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 |
| 2203                    | 1627 | 1080 | 338 | 48   | 0    | 0    | 0     |

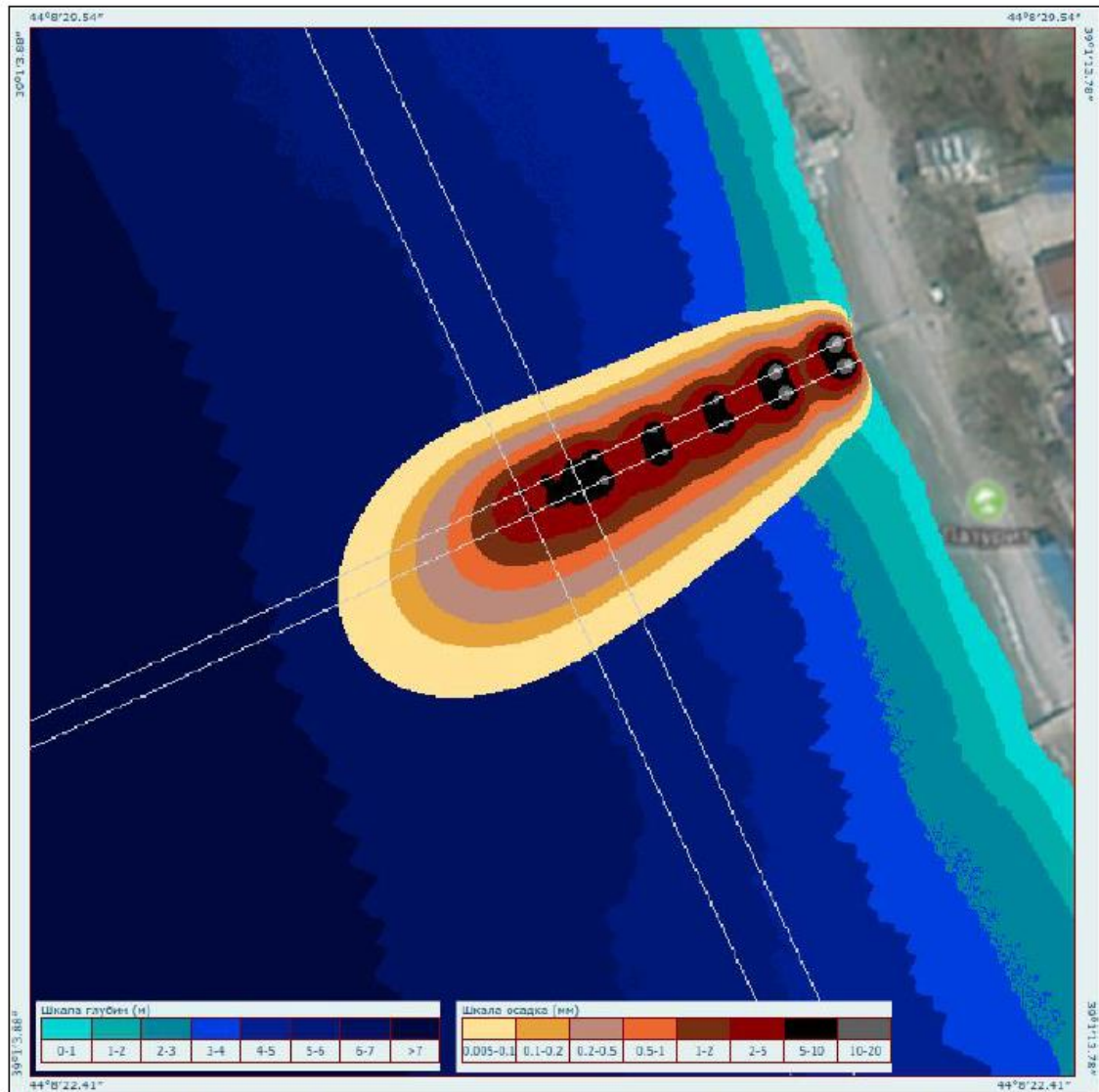


Рисунок 58 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №5.

## 2.2.6 Буна №6

### 2.2.6.1 Устройство котлована тела буны

Таблица 105 - Средние объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 7772                      | 6333      | 5120      | 3700      | 2803       | 2018       | 1031       | 489         |

Таблица 106 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1197                      | 1042      | 884       | 696       | 558        | 428        | 283        | 206         |

Таблица 107 - Интегральные объёмы воды ( $\text{м}^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 14888                     | 12115     | 9704      | 7053      | 5416       | 4066       | 2526       | 1395        |

Таблица 108 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 1264                    | 810      | 331      | 37       | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 109 - Площади ( $\text{м}^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 3670                      | 3086      | 2563      | 1959      | 1565       | 1224       | 814        | 488         |

Таблица 110 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 15                      | 9,7      | 4,9      | 1,3      | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 111 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 38                        | 32        | 26        | 20        | 16         | 10         | 6,1        | 4,1         |

Таблица 112 - Максимальные объёмы ( $\text{м}^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 11365                     | 9379      | 7653      | 5571      | 4389       | 3352       | 1908       | 959         |



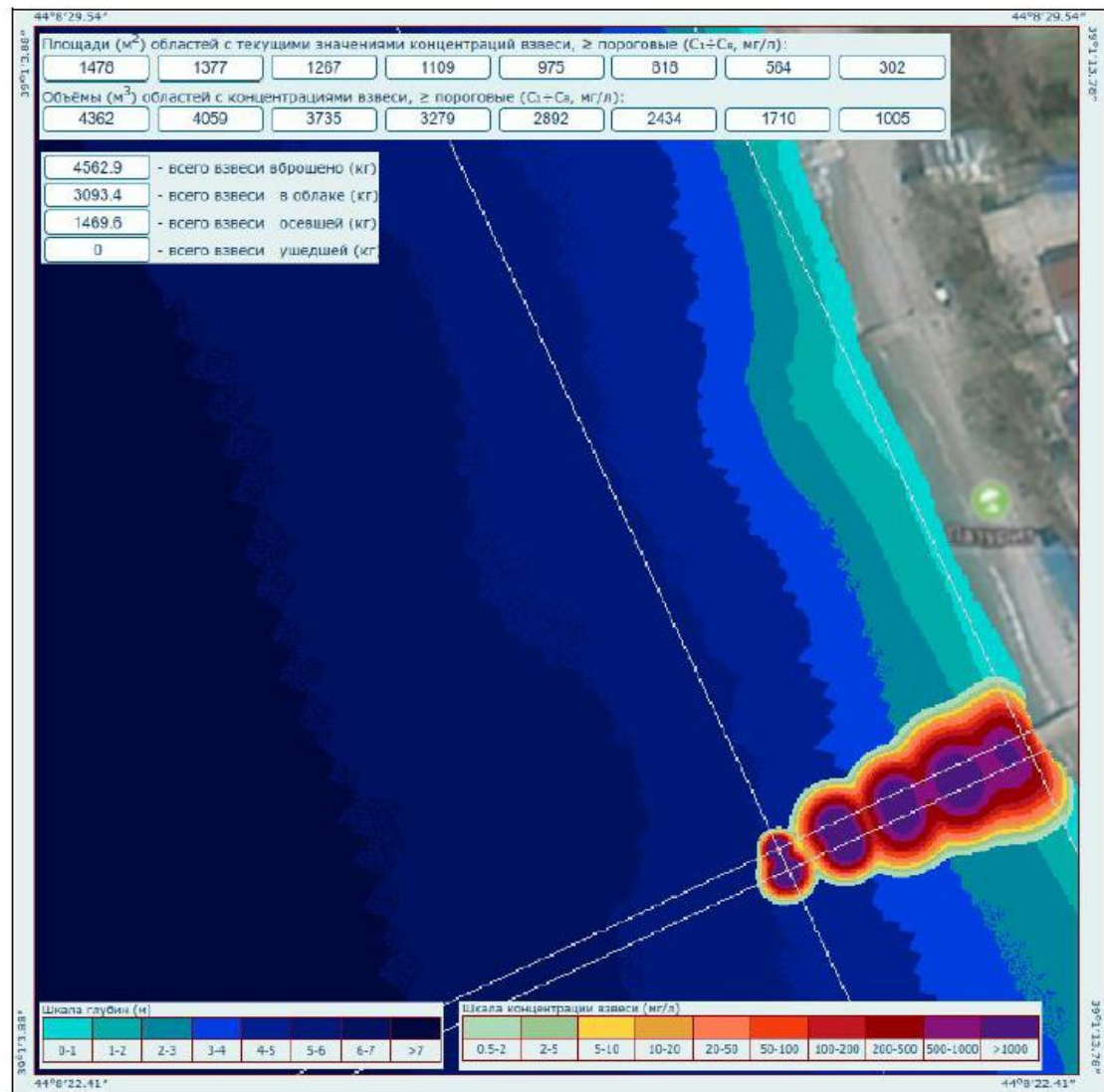


Рисунок 59 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (108,6 мин) при устройстве котлована тела буны №6.

Длина стороны квадрата - 220 м; площадь водного зеркала - 42410 м²;  
 объем воды - 238121 м³; средняя глубина - 5,61 м; максимальная глубина - 10,08 м

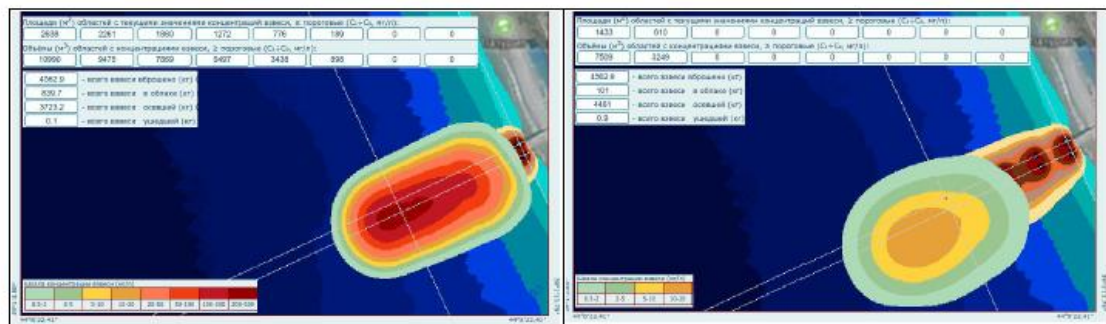


Рисунок 60 — Концентрация взвеси через 4,6 час и 13,5 час, после окончания работ при устройстве котлована тела буны №6

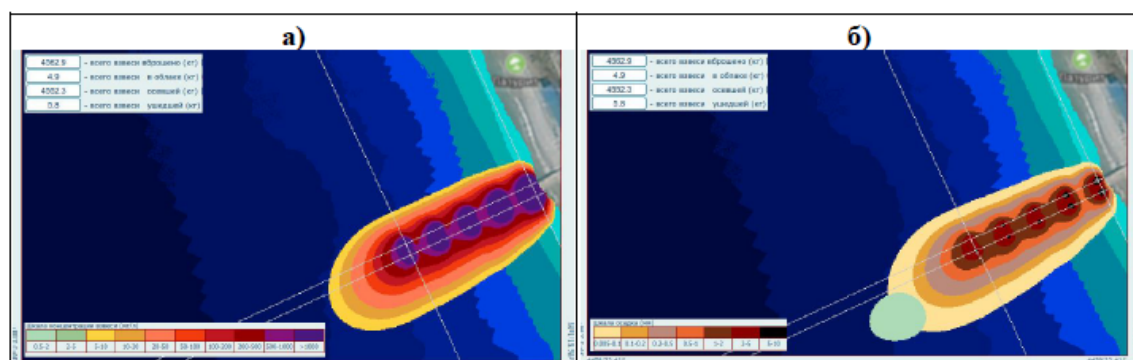


Рисунок 61 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями (а) и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси (б) при устройстве котлована тела буны №6

### 2.2.6.2 Устройство котлована головной части буны

Таблица 113 - Средние объёмы ( $m^3$ ) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 6702                      | 5328      | 4141      | 2852      | 2073       | 1446       | 830        | 493         |

Таблица 114 - Продолжительность (мин) существования области с заданной пороговой концентраций

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 1271                      | 1102      | 937       | 730       | 584        | 450        | 292        | 191         |

Таблица 115 - Интегральные объёмы воды ( $m^3$ ), протёкшей через области шлейфа с заданной пороговой концентрацией взвеси («протёкшие» объёмы)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 12721                     | 10023     | 7692      | 5200      | 3714       | 2570       | 1512       | 1005        |

Таблица 116 - Площади ( $m^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 608                     | 375      | 201      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |

Таблица 117 - Площади ( $m^2$ ) соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин (за пределами участка дноуглубления)

| Концентрация взвеси, мг/л |           |           |           |            |            |            |             |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| $\geq 5$                  | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ | $\geq 200$ | $\geq 500$ | $\geq 1000$ |
| 2244                      | 1782      | 1378      | 942       | 680        | 477        | 286        | 192         |

Таблица 118 - Максимальные расстояния (м) распространения заданной пороговой толщины слоя осадка (за пределами участка дноуглубления)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 17                      | 11       | 5,6      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0          |



Таблица 119 - Максимальные расстояния (м) распространения области с заданной пороговой концентрацией от источника взвеси

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 40                        | 34   | 28   | 22   | 17    | 12    | 6,3   | 3,7    |

Таблица 120 - Максимальные объёмы (м³) областей с заданной пороговой концентрацией

| Концентрация взвеси, мг/л |      |      |      |       |       |       |        |
|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| ≥ 5                       | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 100 | ≥ 200 | ≥ 500 | ≥ 1000 |
| 9859                      | 7838 | 6065 | 4173 | 3035  | 2148  | 1303  | 867    |

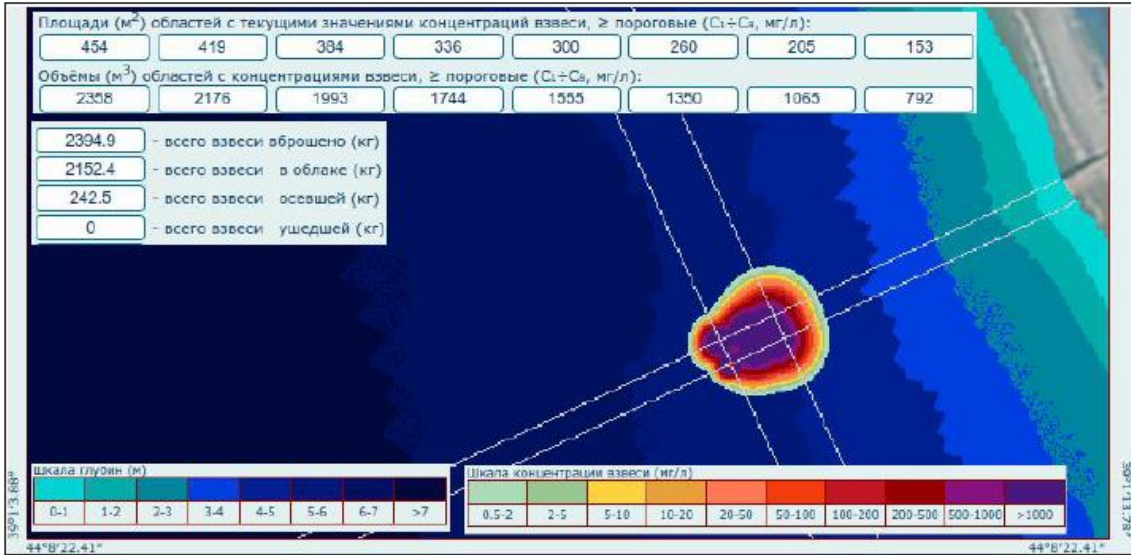


Рисунок 62 — Концентрация взвеси в момент окончания работ (52,8 мин) при устройстве котлована головной части буны №6

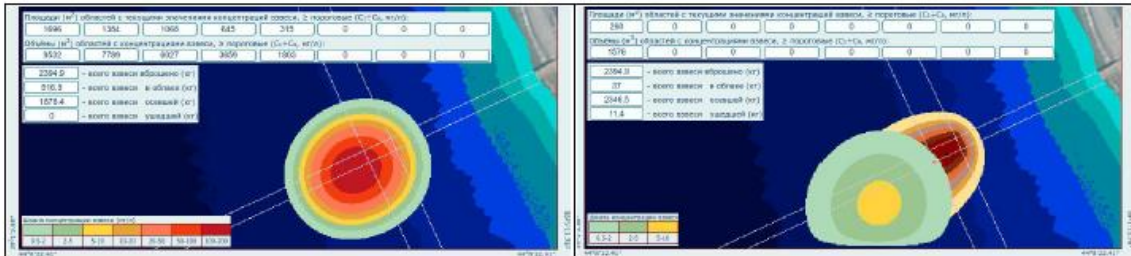


Рисунок 63 — Концентрация взвеси через 6,7 час и 19,2 час после окончания работ при устройстве котлована головной части буны №6

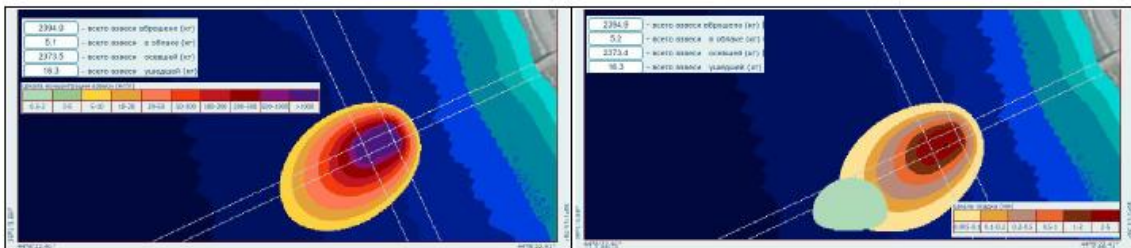


Рисунок 64 — Площади дна под «протёкшими объёмами» с пороговыми концентрациями и толщина образовавшегося осадка после полного осаждения взвеси при устройстве котлована головной части буны №6



### 2.2.6.3 Осадок, накопившийся от всех работ при устройстве буны

Таблица 121 - Площади ( $\text{м}^2$ ) дна, покрываемые осевшей взвесью с толщиной слоя осадка, превышающей заданные пороговые величины (за пределами участка работ)

| Толщина слоя осадка, мм |          |          |          |           |           |           |            |
|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| $\geq 0,5$              | $\geq 1$ | $\geq 2$ | $\geq 5$ | $\geq 10$ | $\geq 20$ | $\geq 50$ | $\geq 100$ |
| 1778                    | 1187     | 581      | 59       | 0         | 0         | 0         | 0          |

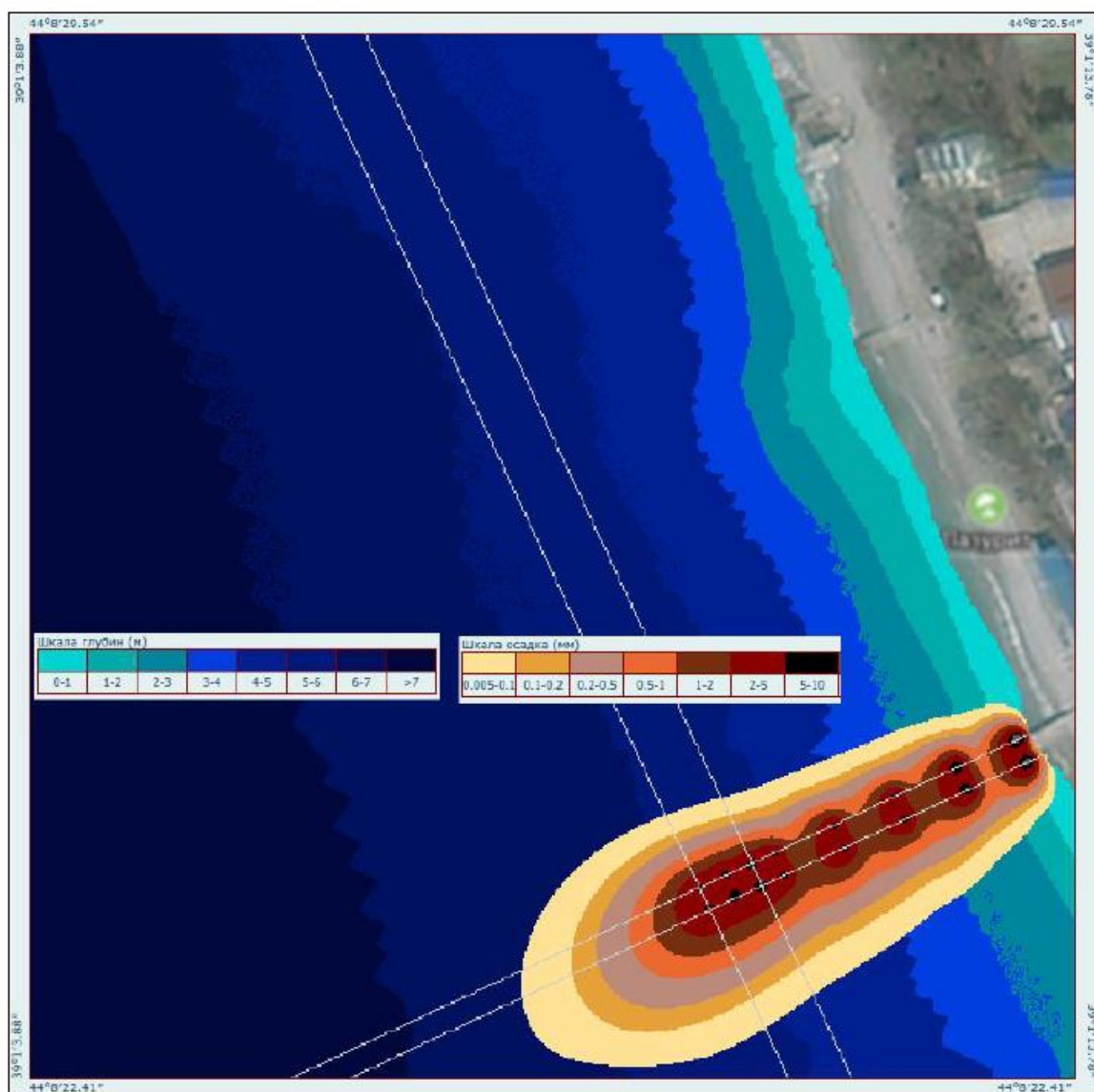


Рисунок 65 — Осадок, образовавшийся при накоплении от всех видов работ при устройстве буны №6.

### 3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗВЕСИ

При оценивании воздействия гидротехнических проектов на окружающую среду (ОВОС) в случаях, когда затрагиваются водные объекты рыбохозяйственного значения, необходимо знать характеристики загрязнения взвешенными веществами (взвесями) [4], которые иногда рассчитываются с использованием имитационного (математического) моделирования. При этом подавляющее число гидротехнических работ выполняется в пределах мелководных прибрежных зон, вызывая загрязнение небольших ограниченных участков, тогда как большинство существующих компьютерных программ реализуют избыточно сложные гидродинамические модели.

Здесь рассматривается двумерная имитационная модель, применимая для расчётов загрязнения на небольших участках водных объектов (водоёма, водотока) с учётом влияния мелководья и берегов. В модели используется кинематический механизм дискретных клеточных автоматов, локальность которых позволяет учитывать особенности мелкомасштабной турбулентности мелководья “простыми средствами без утраты сложности” [35]. Правила автомата основаны на обобщениях из источников, перечисленных в списке литературы.

Кратко описывается программный комплекс [29], реализующий предложенную модель.

#### 3.1 Постановка задачи

Распространение взвешенных веществ в мелководных зонах в большинстве случаев имитируется с помощью двумерных сеточных моделей, в которых используются уравнения “мелкой воды” - упрощения уравнений Навье-Стокса и Эйлера [13, 22, 27], применяющиеся для участков, горизонтальные размеры которых во много раз превышают глубину. Основные проблемы использования таких моделей возникают из-за недостаточности существующих теорий турбулентности, применимых для непротиворечивого замыкания исходных уравнений [22]. Для традиционного решения этих проблем с использованием полуэмпирических параметризаций необходимы натурные исследования, которые, как правило, отсутствуют. Кратко возникающие проблемы можно проиллюстрировать с помощью известной модели горизонтальной турбулентной диффузии (ГТД-модели) [26], описывающей перемещение частиц плоского облака инертной взвеси в турбулентном потоке, векторное поле скорости  $u$  которого имеет вид:

$$u = \bar{u} + u', \quad (1)$$

где  $\bar{u}$  - вектор адвективной составляющей, обеспечивающий перемещение (адвекцию) частиц облака в направлении основного потока;

$u'$  - вектор диффузионной составляющей, вызывающая растекание (диффузию) облака за счёт мелкомасштабных разнонаправленных колебаний.

При постоянной глубине поле скорости  $u$  соответствует нормальному закону. Предполагается, что в этом поле действует мгновенный точечный источник с производительностью  $P$  по взвеси, порождающий облако, концентрация взвеси  $C$  в котором представима в виде гауссовой функции. Положение центра  $x_0$  этой функции прослеживается во времени  $t$  с помощью уравнения  $dx_0/dt = \bar{u}(x_0, t)$ . ГТД-модель позволяет воспроизвести усреднённую по ансамблю всех реализаций во времени концентрацию взвеси  $C$  в двумерном однородном и изотропном потоке жидкости с постоянной глубиной  $h$ , движущемся со средней скоростью  $\bar{u}$  в горизонтальной декартовой системе координат  $(x, y)$ , с помощью дифференциального уравнения переноса и диффузии (адвекции-диффузии). Последнее для краткости можно записать, ограничившись направлением вдоль оси  $x$  и для случая, когда мгновенный точечный источник мощностью  $P$  находится в точке  $(x = 0; y = 0)$ :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \bar{u} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = K_t(t) \cdot \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) - w \cdot \frac{\partial C}{\partial t} + P, \quad (2)$$

где  $w$  - доля осаждающейся взвеси;  $K_t(t)$  — коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии, часто задаваемый в упрощённом виде:

$$K_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{t}, \quad (3)$$

Решение для такой упрощённой задачи при  $t > 0$  можно получить аналитически в виде гауссовой функции распределения усреднённой концентрации взвеси:

$$C(x, y, t) = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot h \cdot \sigma^2} \exp \left[ -\frac{(x - \bar{u} \cdot t)^2 + y^2 - w \cdot t}{2 \cdot \sigma^2} \right], \quad (4)$$

где  $\sigma^2 = 2K_t t$  — дисперсия;  $\sigma$  определяет полуширину облака загрязнения.

Выражение (4) позволяет наблюдать за состоянием плоского радиально-симметричного диффундирующего “облака” усреднённой по глубине концентрации взвеси в заданный момент времени  $t$  при соблюдении условия изотропии случайной составляющей  $u'$  в однородном поле скорости  $\bar{u}$ .

Однако мелководным прибрежным зонам свойственна существенная изменчивость глубин и обусловленное этим нарушение условий однородности и изотропии поля скорости, проявляющееся в резком увеличении веса локальных морфологических возмущений, так что исходное уравнение (2) можно переписать в упрощённом квазидвумерном виде:



$$\begin{aligned} & \frac{\partial(M_{i,j}/h_{i,j})}{\partial t} + \bar{u}(h_{i,j}) \frac{\partial(M_{i,j}/h_{i,j})}{\partial x} = \\ & = K_t(\bar{u}_{i,j}) \left( \frac{\partial^2(M_{i,j}/h_{i,j})}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(M_{i,j}/h_{i,j})}{\partial y^2} \right) - w \frac{\partial(M_{i,j}/h_{i,j})}{\partial t} + P, \end{aligned} \quad (2')$$

где  $K_t(\bar{u}_{i,j})$  — тензор коэффициентов горизонтальной турбулентной диффузии;  $M$  - масса взвеси.

Аналитические решения для квазиплоского потока отсутствуют, поэтому необходимо использовать численные аппроксимации. Однако, использование сеточных моделей в мелководных прибрежных зонах, как упоминалось, связано с трудностями. Проблемы сеточных моделей можно попытаться “обойти” с помощью альтернативных бессеточных методов, разработанных на основе клеточных автоматов (cellular automata, CA или КА) [21, 35].

Модель должна описывать перенос взвеси квазиплоскими течениями (2') в расчётной КА-области с ячейками (клетками) квадратной формы (в терминах КА - окрестность Мура [35]) с набором скоростей D2Q9 (два измерения, девять соседей) с использованием некоторых идей метода дискретных решёточных уравнений Больцмана (lattice Boltzmann method, LBM) [23,38].

Для наименования модели в дальнейшем будет использоваться аббревиатура CAD2Q9 (CAD2Q9-модель), а для её программной реализации - CAD2Q9-SIST (Cellular Automata **D**2Q9-Simulation Suspension Transfer) [30]. Вычислительная эффективность CAD2Q9-модели обеспечивается за счёт идеи, похожей на идею «мгновенной максвеллизации» скоростей турбулизованного потока [23], при которой компоненты скорости в клетках расчётной области напрямую доступны из распределений плотности.

В модели достаточно учитывать ветровые течения и сток, с учётом влияния рельефа дна и берегов, так как в большинстве случаев на эти факторы приходится основная доля течений бесприливного мелководного объекта на участках с ограниченными возможностями для развития волн [9, 14, 33].

Предполагаются выполнимыми следующие условия:

- ветер и расход воды считаются заданными;
- данных о батиметрии достаточно для восстановления глубин;
- численное решение, по аналогии с LBM, может состоять из нескольких этапов: на первых – предварительное решение подобное (4), а затем - окончательное, путём адаптации к граничным условиям и законам сохранения:
- на открытых границах - свободное протекание;
- для береговой линии - непроницаемость и отражение методом отскока;

- у дна – скольжение с торможением, зависящими от глубины и её градиентов;
- в каждой клетке - приближение к условию сохранения баланса импульсов;
- в целом по расчётной области - приближение к сохранению вещества.

Следует ограничиться построением модели, учитывающей большой разброс получаемых значений за счёт преобладающего влияния крупномасштабных колебаний (синоптических, внутрисезонных и межгодовых), так как в расчётах для ОВОС чаще всего используются среднегодовые значения характеристик ветра и расхода воды при группировке данных за месяц, квартал и даже за год. Поэтому в качестве основы будет использоваться вероятностное представление турбулентного течения в горизонтальной плоскости, лишь формально соответствующее (1):

$$U_{i,j} = \bar{U}_{i,j} + U'_{i,j}; \quad i = \overline{0, n-1}; \quad j = \overline{0, n-1}, \quad (1)$$

где  $U_{ij}$  - вектор турбулентного течения;

$\bar{U}_{ij}$  - вектор основного потока;

$U'_{ij}$  – отклонения от вектора основного потока.

### 3.2 Краткий обзор источников

**Течения мелководья.** Сразу же следует отметить чрезвычайно небольшое количество сведений о вероятностных свойствах течений непосредственно мелководной прибрежной зоны (с глубинами до 5 м и до 1-2 км от берега), которое удалось обнаружить, хотя именно в этой зоне наиболее часто выполняются гидротехнические работы.

Ветровые и стоковые течения обычно рассматриваются отдельно, хотя во многом проблемы моделирования в прибрежных зонах морей и в водотоках совпадают, поскольку в обоих случаях используются приближения уравнений “мелкой воды”, только в первом случае движение воды обязано ветру, а во втором - уклону русла. Наиболее часто используемые упрощения приводят к разделению исходного течения на две составляющие: усреднённый по глубине поток и крупномасштабный вихрь или крупномасштабное квазипериодическое возмущение [13, 22]. Первая составляющая применительно к нашей задаче (установившееся течение) описывает векторы скорости основного потока  $\bar{U}^w_{ij}$  и  $\bar{U}^q_{ij}$  или сумму этих векторов.

Можно выделить две основных теоретических проблемы вычисления скоростей основных потоков при использовании уравнений “мелкой воды”. Первая состоит в том, что для вычисления поля давления (или уровня свободной поверхности) используется остаточный член из уравнения неразрывности [22, 27], который по сути является подгоночным (не вполне физичным) параметром при нарушениях гладкости рельефа дна, свойственных прибрежным мелководным участкам.

Вторая проблема связана с определением закона сопротивления осреднённому по

глубине турбулентному потоку. Для практических приложений используется либо постоянный коэффициент сопротивления, либо коэффициент сопротивления, зависящий от “шероховатости”, тогда как анализ многочисленных прямых инструментальных измерений даёт основание утверждать, что коэффициент сопротивления изменяется в различных водных объектах по ещё не установленным законам, а “шероховатость” - это не устоявшееся понятие, включающее в себя много факторов (“зернистой шероховатости”, скорости потока, геометрии и гидравлического сопротивления русла и др.), роль которых к настоящему времени не установлена [10, 11]. Традиционные методы расчётов с использованием коэффициентов шероховатости (по Маннингу, Павловскому, Гангиле-Куттера или табличных по Срибному, Чоу и т.п.) приводят к большим погрешностям (для скоростных коэффициентов Шези - от 30% до 100%) и считаются устаревшими [17].

В уравнениях “мелкой воды” типа квазилинейных (бездивергентных) уравнений Сен-Венана, традиционно используемых в речной гидравлике, также используются, упомянутые коэффициенты шероховатости, за счёт чего недопустимо упрощается физическая сторона процесса [20]. Кроме этого, огрубление геометрии потока за счёт чрезмерного сглаживания приводит к существенному искажению пространственной картины векторов скоростей течения [12, 20]. Такое огрубление исходной геометрии русла позволяет получать приемлемые результаты для достаточно протяжённых участков, при досточно подробных исходных данных об уклонах дна и водной поверхности, глубин, скоростей течений и расходах на нескольких гидростворах. Но при моделировании на ограниченном достаточно широком участке реки те допуски, что заложены в уравнениях Сен-Венана, являются некорректными [20]. Первоисточник этих некорректностей лежит в самой формулировке гипотезы Шези и последующей подгонки решений путём подбора валидирующего коэффициента (“эффективной шероховатости”) [10]. Ошибки и неоднозначность расчётов возрастают из-за больших погрешностей измерений уклонов и уровней при уменьшении длины участка реки [17].

Отсутствие исходных данных, требующихся для использования и верификации моделей на основе уравнений “мелкой воды” и, в первую очередь, достаточно точных измерений уклонов русла (свободной поверхности), связано с трудоёмкостью традиционных наземных и дистанционных гидрологических наблюдений, тогда как сейчас массово доступны новые, спутниковые и беспилотниковые измерения, с помощью которых возможно построение цифровых моделей водного объекта. Известны применения для этой цели малых беспилотных летательных и водных аппаратов (БПЛА и БПВА), оснащённых недорогими измерительными устройствами, прежде всего такими как: лазерный сканер, эхолот, профилограф скорости течения.



Следует отметить отсутствие сведений о вероятностных характеристиках турбулентности, применимых для моделирования на небольших участках рек и узкой прибрежной полосы моря, водохранилища. Эту проблему также можно решать новыми методами, в том числе с использованием недорогих дрейфтеров, оснащённых GPS-приёмником и GSM-связью.

Кроме сведений, полученных при использовании уравнений “мелкой воды”, для определения скорости основного потока за счёт ветровой составляющей  $\bar{U}_{ij}^w$  можно использовать эмпирические обобщения, полученные по данным натурных экспериментов, проводимым для различных целей в прибрежных зонах морей и водных объектах типа озёр и водохранилищ [14, 25, 26, 31, 33, 34, 36]. Эти обобщения позволяют сделать несколько наиболее важных для нашего случая выводов, применительно к установившимся течениям в мелководной прибрежной полосе, возбуждаемых ветром с относительно небольшими скоростями (до 8 м/сек), при которых разрешается выполнение гидротехнических работ.

1. Усреднённые по глубине ветровые течения можно представить суммой дрейфовых, компенсационных и волновых составляющих, поскольку дрейфовые и волновые составляющие имеют близкие направления при значительном преобладании первых, а действие компенсационной составляющей можно представить усилением или ослаблением потока.

2. Для ветровых течений характерна закономерность увеличения скоростей при уменьшении глубин и с приближением к берегу.

3. Эпюры скоростей по вертикали в большинстве случаев имеют вид, близкий к пологой сигмоиде и течения в большинстве случаев можно считать однонаправленными, поэтому возможно усреднение по вертикали.

Стоковая составляющая основного потока  $\bar{U}_{ij}^Q$  для нашего случая должна быть представлена с учётом распределения скоростей по площади (плановые течения). Использование для этой цели линеаризованных двумерных уравнений Сен-Венана приводит к чрезмерно большим ошибкам [11, 12, 20]. Поэтому на практике применяется несколько приближённых эмпирических подходов. При одном из наиболее популярных: имея в качестве заданных расход и глубины для поперечного створа (разреза, живого сечения), вычисляется средняя скорость потока и затем эта средняя скорость ( $\bar{U}$ ) и глубины ( $H_i$ ) используются для расчета усредненной по глубине скорости потока на  $i$ -той вертикали ( $\bar{U}_i$ ) створа по известному методу Н.М. Бернадского. Однако использование традиционных формулы Маннинга и коэффициентов шероховатости обесценивают этот метод и в гидрологических расчётах допускается введение упрощённых фиктивных

величин, выполняющих роль коэффициентов шероховатости [10]. Используются также упрощённые методы расчёта плановых течений применительно к конкретным практическим задачам русловой гидравлики [12,32]. Представляется, что применительно к нашей задаче целесообразно использовать упрощённый расчёт распределения скорости потока по живому сечению водотока с использованием новых возможностей построения цифровых моделей русла и эмпирических соотношений между гидроморфометрическими характеристиками [17].

Усреднённые значения турбулентных колебаний течений  $U'_{ij}$ , как следует из обобщений, касающихся мелководных водных объектов [9, 13, 14, 18, 24, 25, 26, 31, 33, 34], можно объяснить влиянием крупномасштабных инерционных колебаний водных масс, постепенно становящихся трудно различимыми при приближении к берегу из-за усиления веса морфологических возмущений. На основании этих обобщений можно сделать следующие выводы.

1. В мелководных зонах прослеживается зависимость коэффициента горизонтального турбулентного обмена  $K_t(U)$  от средней скорости основного потока [23, 29]. Разброс наблюдаемых значений вокруг зависимости можно объяснить тем, что при её построении не учитывалось влияние глубины [17,18].

2. В мелководных зонах не подтверждаются универсальные зависимости для открытого моря типа степенных «закона 4/3» Ричардсона-Обухова или «закона 5/3» Колмогорова [26], хотя и отмечается связь инерционных колебаний с характерными масштабами  $\Lambda$ , изменяющимися от сотен до нескольких тысяч метров в зависимости от размеров и морфологии водного объекта [9, 26, 34]. Для учёта такого влияния в прибрежной зоне можно использовать линейные или близкие к линейным зависимости от масштаба [26], где под масштабом понимается шаг расчётной сетки. Отмечается также возможность нелинейной зависимости между коэффициентами горизонтальной и вертикальной турбулентности [24, 25, 26].

3. Характерную для прибрежной зоны анизотропию горизонтальной турбулентности [14, 26, 34] можно объяснить, учитывая изменение с глубиной интенсивности вертикальной турбулентности при нелинейной зависимости между коэффициентами горизонтальной и вертикальной турбулентности [24, 25, 26].

В связи с последним выводом следует обратить внимание на предположение, вытекающее из осесимметричной теории С. Чандрасекхара (упоминается в [26]), применимое для квазиплоского потока. Согласно этой теории связь между интенсивностями горизонтальной и вертикальной турбулентностями бездвигового осесимметричного течения эллипсоидального вида можно получить из выражения для

тензора второго ранга. Тогда качественно картину турбулентности можно представить в виде эллипсоида вращения, “сплюснутость” которого зависит от глубины. При увеличении глубины увеличивается вес  $K_z$  и, соответственно, уменьшается вес  $K_\ell$ . Если глубины уменьшаются, то это, наоборот, приводит к уплощению (распластыванию) потока с учётом обратной связи между  $K_\ell$  и  $K_z$ .

Эффект влияния обратной связи между горизонтальной и вертикальной диффузией учитывают введением некоторого эффективного коэффициента горизонтальной диффузии  $K_\ell^{\text{эф}}$ , который трактуется как добавочный к горизонтальному переносу взвеси и возникает при усреднении по глубине трёхмерного поля скорости с вертикальным градиентом (сдвигом) скорости течения [18,20]. В связи с этим в мелководной зоне повышается значимость точности восстановления глубин.

Важным для нашей задачи является предположение о перераспределении продольного и поперечного эффективных коэффициентов диффузии, зависящего от отношения гидравлического радиуса к глубине [11, 12, 20]. При этом продольный коэффициент может значительно превышать поперечный. Под эффективными коэффициентами понимается сумма коэффициента турбулентной диффузии и величины, связанной с дисперсией потока, причём вторая величина может на один-два порядка превышать первую величину.

Изменчивость глубин и геометрия русла способствуют неустойчивости течения и возникновению когерентных структур [11] (сверхбольших вихрей или вихрей первого порядка по А.Н. Колмогорову), обладающих большой пульсационной энергией и играющих главную роль в процессах транспорта наносов. Несмотря на важность существования таких структур следует признать неизученность влияния этого явления на турбулентность, поэтому на практике вводится эмпирическое понятие “эффективная турбулентность” [11, 12]. Особенно важно, что когерентные структуры и характеристики макромасштабной турбулентности существенным образом связаны с геометрическими характеристиками русла и плановым распределением скоростей потока, а продольные масштабы существенно возрастают и могут на порядок превышать масштабы вертикальной и поперечной турбулентности [11].

Турбулентность в узкой прибрежной зоне существенно отличается от наблюдаемой в потоке при удалении от береговой линии. Перепады глубин вблизи бровки берегов способствуют увеличению неоднородности скоростей и нарушению двумерной анизотропии, возникают дополнительные (геоморфологические, гидрологоморфологические и гидрологоморфометрические [17]) источники турбулентности. Другими словами - резко возрастает дисперсия течений по направлению



и скорости. Дисперсия течений всё более сказывается при приближении к берегу, когда большой вес в кинематике потока начинают оказывать перепады глубин [14] и всё большее значение для горизонтальной диффузии приобретает сила тяжести, когда транспортирующая способность потока вверх по уклону меньше, чем по уклону вниз. Наконец поток, достигая бровки берега, кардинально меняет направление в зависимости от угла между направлением потока и линией берега. В крайних случаях, при приближении угла к нулю поток направлен вдоль берега, а при направлении по нормали - поток отражается от берега. В промежуточных случаях направление потока меняется по более сложным законам. Представляется, что в общем случае поведение потока у береговой линии подчиняется законам, похожим на известные законы отражения по Френелю, имитируемым в имитационных моделях с использованием условия отскока.

В связи с выделенными особенностями турбулентности возрастает роль учёта геометрии водного объекта и его локальных морфометрических характеристик. В то же время следует ожидать, что учёт таких особенностей может вызвать проблемы с соблюдением законов сохранения при построении модели, как это происходит при использовании линеаризованных двумерных уравнений [22, 27].

**Распространение и седиментация взвеси.** Следует отметить, что в нашем случае задача упрощается из-за небольших скоростей потока (менее 0,5 м/с), обычных при небольших скоростях ветра и немногочисленных периодов, когда чаще всего выполняются гидротехнические работы. При таких скоростях обычно не учитываются влияние вертикального турбулентного обмена на скорость осаждения частиц взвеси и взмучивание у дна [37].

Особое внимание уделяется необходимости учёта полидисперсности при существенном различии размеров частиц фракций во взвеси, так как при использовании средневзвешенной скорости осаждения получаемые результаты могут существенно отличаться от результатов с учётом полидисперсности. В последнем случае обычно рассчитывается распространение нескольких невзаимодействующих монодисперсных шлейфов (облаков). Для получения итоговой концентрации независимых облаков используется принцип суперпозиции. В работе [18] метод суперпозиции облаков заменяется использованием так называемой «эффективной гидравлической крупности», зависящей от времени распространения взвеси. Однако манипулирование отдельными облаками оставляет более широкие возможности в случае учёта взаимозависимости облаков, например при флокуляции [37]. Флокуляция, наиболее значимо влияющая на результаты моделирования, может проявляться при наличии мелких пылевидных и глинистых вязких частиц полидисперсной взвеси, состоящей из нескольких фракций



( $fr = 1, \dots, N$ ).

Выделяют два основных типа осаждения полидисперсных частиц в зависимости от их концентрации: свободное осаждение и стеснённое осаждение. Свободное осаждение наблюдается при низкой концентрации частиц ( $O(10^0 \text{ мг/л})$ ), когда можно считать, что частицы оседают независимо друг от друга, не сталкиваясь и не взаимодействуя друг с другом [37]. В этом случае скорость осаждения частиц размером 0,05 мм и менее рассчитывается непосредственно по формуле Стокса [37].

Для определения плотности воды используется эмпирическая зависимость от температуры ( $T, ^\circ\text{C}$ ) и солёности ( $S, \text{‰}$ ) при стандартном атмосферном давлении, принятая для Международного уравнения состояния (VC-80) [15].

Стеснённое осаждение начинает проявляться при повышенных ( $O(10^1 \text{ мг/л})$ ) концентрациях мелких частиц [37]. В этом случае начинают сказываться две противонаправленные силы. Одна из них замедляет оседание из-за увеличения плотности образующейся смеси и столкновения частиц. Другая, наоборот, ускоряет оседание при наличии агрегативно неустойчивых частиц из-за флокуляции, когда образуются более тяжёлые агрегаты (флокулы). Интенсивность образования флокул зависит в первую очередь от концентрации и в меньшей мере от солёности и других факторов.

Следуя работе Ван Рийна [37] можно использовать подход для расчёта осаждения частиц мелких (менее 0,05 мм) вязких фракций, при котором к формуле Стокса вводятся поправочные коэффициенты на затруднённое и ускоренное осаждение из-за флокуляции.

При определении толщины осадка следует учитывать недоуплотнение (разрыхлённость) осадка по сравнению с природной плотностью, вводя коэффициент консолидации [16].

### 3.3 Моделирование течений

**Описание подхода.** Подход основан на предположении, что турбулентное установившееся течение можно описать девятью компонентами D2Q9-набора скорости в клетках окрестности и в самой центральной клетке. Эти компоненты скорости генерируются основным потоком, создаваемым ветром и (или) стоком. При взаимодействии с неровностями дна и береговой линией компоненты трансформируются при сохранении импульса. Задача состоит в создании алгоритма генерации компонент скорости для каждого D2Q9-набора.

Обозначим клеточную (расчётную) область в виде квадрата размером  $L$  с числом клеток  $n \times n$  и размером клетки  $\Delta x = L/n$ . Положение центральной клетки окрестности в пределах клеточной области можно определить с помощью индексов  $i$  (номер строки) и  $j$  (номер столбца), а в пределах окрестности - с использованием следующего механизма

индексации относительно центральной клетки:  $i + l, j + m$ ;  $l = -1, 0, 1$ ;  $m = -1, 0, 1$ . Тогда компоненты D2Q9-набора скорости для имитации установившегося турбулентного течения в окрестности Мура с центральной клеткой с координатами  $i = 1, j = 1$  можно представить в виде схем, показанных на рисунке 1.

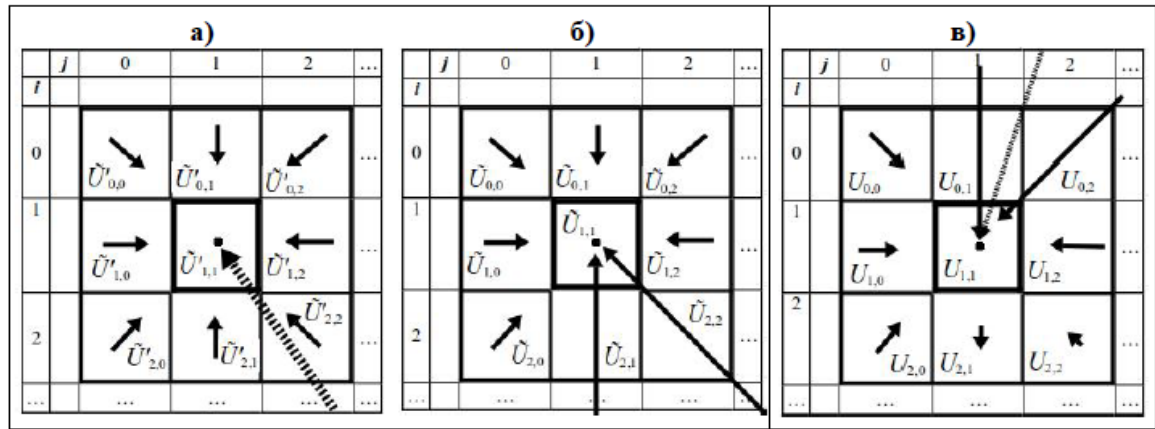


Рисунок 1 - Становление D2Q9-набора компонент скорости течения:

- а) диффузионные компоненты, сгенерированные вектором основного потока;
- б) суммарные компоненты адвективно-диффузионного течения до адаптации;
- в) суммарные компоненты адвективно-диффузионного течения после адаптации (векторы основного потока:  $\blacktriangleleft$  - на начальном этапе;  $\blacktriangleleft$  - после адаптации)

Рисунок 1 демонстрирует особенности подхода, состоящего из нескольких этапов. На начальном этапе ветер и (или) сток возбуждают первоначальный вектор основного потока во влияющих клетках, расположенных с наветренной стороны (выше по течению) от центральной клетки. Начальный вектор генерирует в клетках окрестности девять компонент одинаковой величины  $\tilde{U}'_{i+l,j+m}$ , определяющих диффузию (рисунок 1-а).

Разложение вектора основного потока по проекциям на два соседних направления и суммирование со сгенерированными диффузионными компонентами даст компоненты скорости адвективно-диффузионного потока в виде D2Q9-набора  $\tilde{U}_{i+l,j+m}$  (рисунок 1-б). Горизонтальные компоненты  $\tilde{U}_{i+l,j+m}$  при  $l, m \neq 0$  обеспечивают адвекцию и горизонтальную диффузию (адвективную диффузию), а вертикальная  $\tilde{U}_{ij}$  ( $l, m = 0$ ) отвечает за тормозящий эффект, обусловленный гидродинамическим сопротивлением потоку.

Затем полученные девять компонент трансформируются в D2Q9-набор компонент  $U_{i+l,j+m}$  (рисунок 1-в) путём адаптации к перепадам глубин окрестности при сохранении первоначально заданного импульса, которым обладал D2Q9-набор  $\tilde{U}_{i+l,j+m}$ . После адаптации горизонтальные компоненты  $U_{i+l,j+m}$  ( $l, m \neq 0$ ) каждого D2Q9-набора обеспечивают адвективную диффузию с учётом влияния рельефа дна, а вертикальная компонента  $U_{ij}$  ( $l, m = 0$ ) отвечает за тормозящий эффект, теперь уже с учётом сохранения импульса.

Векторное суммирование полученных таким образом горизонтальных компонент

даст значение поля скорости основного потока (адвекции)  $\bar{U}$ , а разность векторов горизонтальных компонент и вектора скорости основного потока - значения пульсаций  $U'$ , отвечающих за диффузию.

Принятая модель окрестности обеспечивает гибкое реагирование на изменчивость глубин и сложную береговую линию путём применения процедуры оптимизации соотношения компонент скорости при сохранении импульса. Другими словами такой подход позволяет выдержать замнутость модели турбулентного течения.

Предлагаемое представление турбулентного течения соответствует выражению (1), а становление такого поля скорости для каждой D2Q9-окрестности можно представить обратной задачей получения компонент скорости по первоначальным векторам основного потока, решаемой с помощью итерационной оптимизационной процедуры.

Далее излагаются основные алгоритмы процедуры, составляющие CAD2Q9-модель с учётом обобщений обзора в п. 2.1.

**Основной поток.** Векторы основного потока  $\tilde{U}(w)_{ij}$  за счёт ветровой составляющей определяются с использованием эмпирической формулы [33]:

$$\tilde{U}(W)_{i,j} = 0,01 \cdot (b_0 - b_1 \cdot \lg H_{i,j}) \cdot W^{b_2} \cdot 60, \quad (5)$$

где  $\tilde{U}(W)_{i,j}$  - скорость потока (м/мин), усреднённая по глубине  $H_{i,j}$  (м);

$W$  - скорость ветра (м/с) на высоте 10 м;

$b_0 = 0.70$ ,  $b_1 = 0.33$ ,  $b_2 = 1.5$ .

Направление в модели задаётся в диапазоне от 0° до 360°, для ветра - “в компас”, для основного потока - “из компаса”.

Стоковая составляющая основного потока  $\tilde{U}(q)_{ij}$  при наличии расхода воды и цифровой модели русла определяется с помощью следующего алгоритма.

Вычисляем плановую скорость потока. Для этого вводим относительную глубину ( $\bar{h}_i$ ) на вертикалях, расположенных равномерно на поперечном створе:

$$\bar{h}_i = \frac{\bar{H} - H_i}{(\bar{H} - H_i)/2}, \quad (6)$$

где  $\bar{H}$  - средняя глубина по живому сечению.

Затем определяем скорость на  $i$ -той вертикали:

$$\bar{U}_i = \bar{U} \cdot q_i, \quad (7)$$

где  $q_i$  - коэффициент:

$$q_i = \frac{\lambda_1}{1 + e^{-\lambda_2 \bar{h}_i}}, \quad (8)$$

$\lambda_1 \sim 1,8 \div 2,0$ ;  $\lambda_2 \sim 2 \div 3$ .



Значения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  на каждом из створов уточняются исходя из наилучшего приближения расчётного расхода воды к исходному. Такую оптимизацию параметров можно осуществить, например, с помощью подпрограммы (Javascript-функции) [28]. С помощью  $\lambda_1$  имитируется торможение из-за гидродинамического сопротивления потоку: уменьшение (увеличение)  $\lambda_1$  соответствует увеличению (уменьшению) торможения, при  $\lambda_1 = 2$  торможение отсутствует. На вид эпюр скоростей оказывают также влияние глубины, градиенты глубин и величина скорости потока, учитываемые с помощью  $\lambda_2$ . При возможности следует подбирать начальные значения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , добиваясь совпадения с эпюрами, построенными по натурным данным. При отсутствии наблюдений можно использовать значения «по умолчанию» ( $\lambda_1=1,85$ ;  $\lambda_2=2$ ).

Вид эпюр скоростей, рассчитываемых по (6)-(8), в пределах точности расчётов соответствует эпюрам по данным натурных наблюдений и рассчитываемым по методу Г.П. Скребкова, которые, "по форме и существу [32]" соответствует уравнению А.В. Караушева [16].

Далее выполняются расчёты векторов скоростей основного потока в клетках по всей длине русла. Не вдаваясь в подробности опишем лишь основные этапы алгоритма:

- определяются характерные точки линии максимальных глубин (тальвега) ;
- измеряется направление потока в точке тальвега в начале участка водотока, пересекающем одну из границ расчётной области, считая, что эта граница находится ближе всех границ к клетке расположения источника взвеси;
- рассчитываются расстояния характерных точек тальвега от начала участка водотока и упорядочивается массив этих точек по возрастанию расстояния;
- последовательно определяются очередные две точки тальвега, удаляясь от начала водотока в сторону наиболее удалённой точки, строятся в этих точках поперечные створы и затем - полигоны, ограниченные створами и берегами водотока (в начале и конце водотока - створами, берегами и границами клеточной области), и по заданным расходу и восстановленным глубинам определяются в каждой клетке внутри очередного полигона скорости основного потока с помощью выражений (6)-(8).

Описанный выше алгоритм приводит к приемлемым результатам на примерах расчётов для Кубани и Дона и их притоков в нижнем течении. Удовлетворительные результаты показывает также сопоставление расчётных и исходных значений на участке реки Доммель (участок длиной около 250 м), расположенный вблизи границы Бельгии и Нидерландов (подробности - на сайте [rvn.org.ru](http://rvn.org.ru)).

Полученные векторы  $\bar{u}(w)_{ij}$  и  $\bar{u}(q)_{ij}$  за счёт ветровой и стоковой составляющей

складываются для получения результирующего вектора основного потока  $\tilde{U}_{ij}$ .

**Крупномасштабная турбулентность.** На основании обобщений из п. 2.1 можно получить формулу

$$\tilde{U}^* = 2 \cdot K_\ell \cdot \frac{n}{\Lambda \cdot k_\Lambda}, \quad (9)$$

где  $\tilde{U}^*$  - приближение для компоненты (м/мин) модуля скорости  $U'_{i+j+m}$ ;

$n$  – число клеток в стороне квадрата клеточной области;

$\Lambda$  – масштаб крупномасштабных колебаний (по умолчанию  $\Lambda = L/2$ );

$k_\Lambda$  – коэффициент для учёта изменения интенсивности эффективной турбулентности при имеющейся площади  $S$  ( $m^2$ ) водного зеркала ( $k_\Lambda = L/S^{1/2}$ ) и, дополнительно при наличии стока, – за счёт дисперсии основного потока при изменении ширины водотока ( $k_\Lambda = k_\Lambda \cdot l_v / (S/l_v)$ );

$l_v$  – длина участка водотока по тальвегу (м);

$K_\ell(\tilde{U})$  – коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии ( $m^2/мин$ ), вычисляемый по формуле с использованием выводов работы [30]:

$$K_\ell(\tilde{U}) = \tau \cdot (1,44 + 0,273 \cdot \tilde{U}^2), \quad (10)$$

где  $\tau$  – лагранжев временной масштаб (по умолчанию  $\tau = 1.7$  мин);

При выводе формулы (9) использован дискретный вариант для (3)

$$K_l = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta \sigma^2}{\Delta t}, \quad (3')$$

где  $\Delta \sigma^2$  – приращение горизонтальной дисперсии за время  $\Delta t$ .

В формуле (9) учтены выводы из п. 2.1 о введении понятия “эффективной турбулентности” путём дополнительного учёта влияния дисперсии основного потока за счёт морфологических особенностей водного объекта введением величины, которую можно именовать “эффективным коэффициентом турбулентности”:

$$K_\ell^{\text{эф}} = K_\ell \cdot \frac{n}{\Lambda \cdot k_\Lambda} \quad (3'')$$

Векторы D2Q9-набора компонент скорости квазиплоского потока с учётом (9) и разложения по двум из восьми горизонтальных направлений ранее полученной скорости основного потока вычисляются с использованием векторного суммирования:

$$\tilde{U}_{i+l, j+m} = \tilde{U}_{i, j} + w_k \cdot \tilde{U}'_{i+l, j+m}, \quad l = -1, 0, 1; m = -1, 0, 1, \quad (11)$$

где  $w_k$  – весовые коэффициенты, перераспределяющие интенсивности горизонтальной и вертикальной турбулентности при изменении глубины:

$$w_{l, m=0} = h_{i, j} / \Delta h_{Ekm}; \quad (12)$$

$$w_{l,m \neq 0} = (9 - w_4) / 9,$$

$h_{Ekm}$  – толщина квазиоднородного слоя (по умолчанию:  $h_{Ekm} = (\bar{h} + h_{\max}) / 2$ ;

$\Delta h_{Ekm} = h_{Ekm} / 9$ ;  $w_{l,m=0} = 8$ , при  $h_{ij} / \Delta h_{Ekm} > 8$ ).

Горизонтальные компоненты ( $l, m \neq 0$ ) обеспечивают адвекцию и горизонтальную диффузию, а вертикальная ( $l, m = 0$ ) – тормозящий эффект, обусловленный гидродинамическим сопротивлением при данной глубине.

**Адаптация к рельефу дна.** Резкие перепады глубин, изрезанность береговой линии, отмели и острова, свойственные мелководным районам, существенно перераспределяют интенсивности турбулентности, характеризуемые компонентами скоростей, полученными в предыдущем подразделе. В результате такого перераспределения в каждой окрестности может возникать нарушение условия сохранения импульса. Учёт перераспределения скоростей и восстановление закона сохранения происходит на этапе адаптации.

Рассчитываются значения скоростей  $\hat{U}_{i+l,j+m}$  с учетом перепадов глубин:

$$\hat{U}_{i+l,j+m} = \tilde{U}_{i+l,j+m} \cdot q_{i+l,j+m}, \quad l = -1, 0, 1; \quad m = -1, 0, 1, \quad (13)$$

где  $q_{i+l,j+m}$  — рассчитывается с помощью функции логистического типа:

$$q_{i+l,j+m} = \frac{\lambda_1}{1 + e^{-\lambda_2 \cdot \hat{h}_{i+l,j+m}}}, \quad (14)$$

где  $\lambda_1 \sim 1,8 \div 2,0$ ;  $\lambda_2 \sim 2 \div 3$ ;

$\hat{h}_{i+l,j+m}$  — относительный перепад глубин:

$$\hat{h}_{i+l,j+m} = \frac{H_{i,j} - H_{i+l,j+m}}{(H_{i,j} + H_{i+l,j+m})/2}; \quad l = -1, 0, 1; \quad m = -1, 0, 1. \quad (15)$$

Коэффициент  $\lambda_1$  имитирует торможение горизонтальных компонент. При  $\lambda_1 = 2$  торможение отсутствует. Коэффициент  $\lambda_2$  влияет на условные скорости в зависимости от относительных перепадов глубин вокруг центральной клетки. У береговой линии (при  $H_{i+l,j+m} = 0$ ) происходит обнуление компонент скорости. Коэффициенты  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  подбираются эмпирически (по умолчанию  $\lambda_1 = 1,85$ ;  $\lambda_2 = 2$ ) или с использованием оптимизационной процедуры [21].

Условие сохранения баланса импульса проверяется с помощью величины:

$$\Delta \hat{S}_{i,j} = S(\hat{U})_{i,j} - S(\tilde{U})_{i,j}, \quad (16)$$

где  $S$  - обозначает сумму импульсов (горизонтальных скоростей) соответственно для  $\hat{U}_{i+l,j+m}$  и  $\tilde{U}_{i+l,j+m}$ , при  $l, m \neq 0$ :

$$S_{i,j} = (U_{i-1,j-1} \cdot h_{i,j} / h_{i-1,j-1}) \cdot (U_{i-1,j} \cdot h_{i,j} / h_{i-1,j}) \cdot \sqrt{2} / 2 + \quad (17)$$



$$\begin{aligned}
& + (U_{i-1,j} \cdot h_{i,j}/h_{i-1,j}) \cdot (U_{i-1,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i-1,j+1}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i-1,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i-1,j+1}) \cdot (U_{i,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i,j+1}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i,j+1}) \cdot (U_{i+1,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j+1}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i+1,j+1} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j+1}) \cdot (U_{i+1,j} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i+1,j} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j}) \cdot (U_{i+1,j-1} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j-1}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i+1,j-1} \cdot h_{i,j}/h_{i+1,j-1}) \cdot (U_{i,j-1} \cdot h_{i,j}/h_{i,j-1}) \cdot \sqrt{2}/2 + \\
& + (U_{i,j-1} \cdot h_{i,j}/h_{i,j-1}) \cdot (U_{i-1,j-1} \cdot h_{i,j}/h_{i-1,j-1}) \cdot \sqrt{2}/2 ;
\end{aligned}$$

При  $|\Delta\hat{S}| > 0$  выполняется упрощённая процедура восстановления баланса применением правила:

$$\check{U}_{i+l,j+m} = \hat{U}_{i+l,j+m} + \Delta\hat{S}_{i+l,j+m} \cdot \omega_{i+l,j+m}, \quad (18)$$

где  $\omega_{i+l,j+m}$  - весовые коэффициенты:

$$\omega_{i+l,j+m} = \begin{cases} \frac{q_{i+l,j+m}}{\sum_{l=-1}^1 \sum_{m=-1}^1 q_{i+l,j+m}}, & \text{если } \Delta\hat{S} < 0; \\ \frac{\lambda_1 - q_{i+l,j+m}}{\sum_{l=-1}^1 \sum_{m=-1}^1 (\lambda_1 - q_{i+l,j+m})}, & \text{если } \Delta\hat{S} > 0. \end{cases} \quad (19)$$

Правила (16)-(18) повторяются с подстановкой (18) в (16) до достижения значения  $\Delta\hat{S} = 0$ .

Обычно расчёты для ОВОС выполняются в условиях межженных расходов и слабого ветра, вызывающих невысокие скорости течения. Но и в этом случае появляются составляющие течений типа компенсационных, возникающие в сеточных двумерных моделях из-за избыточного давления при достаточно больших колебаниях уровня свободной поверхности [13, 22, 27]. Иногда скорости таких составляющих могут приводить к ситуации, в которой недостаточно применения (18) для восстановления баланса. Возникновение такой ситуации проверяется с помощью величины:

$$\Delta\check{V}_{i,j} = V(\check{U})_{i,j} - V(\tilde{U})_{i,j}, \quad (20)$$

где  $V$  - обозначает сумму импульсов с учётом вертикальной составляющей скорости соответственно для  $\check{U}_{ij}$  и  $\tilde{U}_{ij}$ :

$$V_{i,j} = S_{i,j} \cdot U_{i,j}, \quad (21)$$

где  $S$  - вычисляется по формуле (17).

При  $|\Delta V| > 0$  выполняется процедура восстановления баланса применением правила:  $U_{ij}$  увеличивается или уменьшается до достижения значения  $\Delta V = 0$ .

С применением последнего правила заканчивается получение набора компонент  $U_{i+l,j+m}$ , определяющего турбулентное течение в каждой клетке. Векторная сумма этих компонент даст скорость адвекции  $\bar{U}$ . Вычитание из  $U_{i+l,j+m}$  проекций  $\bar{U}_{i+l,j+m}$  полученного вектора на ближайшие горизонтальные направления даст значения компонент  $U'_{i+l,j+m}$ , ответственных за диффузию. Таким образом, можно считать решённой задачу получения разложения (1').

**Об учёте граничных условий.** В расчётной области могут присутствовать два типа границ: береговая линия и открытая граница. У береговой линии должно происходить отражение компонент течения, близкое к отражению по Френелю, а на открытой границе - свободное протекание. Для выполнения этих условий в обоих случаях достаточно формул (13)-(21).

**Определение времени.** Учёт времени требует дополнительных вычислительных затрат, поскольку в КА-модели используются скорости течения, размеры клеток и номера циклов, без явного упоминания времени. Ход времени в каждой клетке может различаться, то есть время является локальной характеристикой. Такое естественное воспроизведение асинхронности процессов в различных зонах клеточной области возникает при использовании вещественных переменных для описания состояния клеток в отличие от классических КА-моделей с ограниченным набором состояний [35].

Возможны различные варианты исчисления времени, единого для всей области. В настоящем варианте модели используется упрощённый алгоритм определения времени с усреднением по всей расчётной области, исходя из преобладания слабых течений в расчётах для ОВОС, когда основной поток можно считать однородным. Тогда можно определить интервал времени в клетке  $\Delta t(I)_{i,j}$ , для каждого  $I$ -го цикла

$$\Delta t(I)_{i,j} = \Delta x / \bar{U}(I)_{i,j} \quad (22)$$

и единое время для всех клеток области

$$T(I) = \sum_0^I \left( \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \Delta t(I)_{i,j} \right) / n^2 \right), \quad (23)$$

где  $I = 0$  соответствует первому выбросу взвеси из клетки-источника.

### 3.4 Моделирование загрязнения

**Адвективная диффузия взвеси.** Следует отметить, что в CAD2Q9-модели предусмотрена и программно реализована возможность манипуляций со взвесью, состоящей из частиц нескольких фракций (полидисперсная взвесь), когда перемещение

частиц каждой фракции имитируется в виде отдельного монодисперсного шлейфа (облака), а для получения суммарного количества вещества используется принцип суперпозиции. Такой подход равнозначен расчётам с использованием так называемой «эффективной гидравлической крупности» [18], однако манипулирование отдельными облаками оставляет более широкие возможности для развития модели в случае необходимости учёта взаимозависимости облаков, как это происходит при флокуляции [37]. В дальнейшем для краткости изложения полидисперсность учитывается лишь при необходимости.

Далее рассматриваются правила (алгоритмы) клеточного механизма, с помощью которого имитируется распространение взвеси при известном D2Q9-наборе компонент турбулентного потока  $U_{ij}$ .

На рисунке 2 показаны схемы расположения основных величин, используемых в CAD2Q9-модели, с индексами клеток D2Q9-окрестности для случая, когда центральная клетка находится в клетке (1,1) клеточной области.

| а)  |                                        |                                        |                                        |     | б)  |                                  |                                  |                                  |     | в)  |                                    |                                    |                                    |     |
|-----|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|-----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----|
| $j$ | 0                                      | 1                                      | 2                                      | ... | $j$ | 0                                | 1                                | 2                                | ... | $j$ | 0                                  | 1                                  | 2                                  | ... |
| $i$ |                                        |                                        |                                        |     | $i$ |                                  |                                  |                                  |     | $i$ |                                    |                                    |                                    |     |
| 0   | $H_{0,0}$<br>$U_{0,0}$<br>$U_{sub0,0}$ | $H_{0,1}$<br>$U_{0,1}$<br>$U_{sub0,1}$ | $H_{0,2}$<br>$U_{0,2}$<br>$U_{sub0,2}$ | ... | 0   | $W_{0,0}, (W_0)$<br>$W_{sub0,0}$ | $W_{0,1}, (W_1)$<br>$W_{sub0,1}$ | $W_{0,2}, (W_2)$<br>$W_{sub0,2}$ | ... | 0   | $Msup_{0,0}(I)$<br>$Msub_{0,0}(I)$ | $Msup_{0,1}(I)$<br>$Msub_{0,1}(I)$ | $Msup_{0,2}(I)$<br>$Msub_{0,2}(I)$ | ... |
| 1   | $H_{1,0}$<br>$U_{1,0}$<br>$U_{sub1,0}$ | $H_{1,1}$<br>$U_{1,1}$<br>$U_{sub1,1}$ | $H_{1,2}$<br>$U_{1,2}$<br>$U_{sub1,2}$ | ... | 1   | $W_{1,0}, (W_3)$<br>$W_{sub1,0}$ | $W_{1,1}, (W_4)$<br>$W_{sub1,1}$ | $W_{1,2}, (W_5)$<br>$W_{sub1,2}$ | ... | 1   | $Msup_{1,0}(I)$<br>$Msub_{1,0}(I)$ | $Msup_{1,1}(I)$<br>$Msub_{1,1}(I)$ | $Msup_{1,2}(I)$<br>$Msub_{1,2}(I)$ | ... |
| 2   | $H_{2,0}$<br>$U_{2,0}$<br>$U_{sub2,0}$ | $H_{2,1}$<br>$U_{2,1}$<br>$U_{sub2,1}$ | $H_{2,2}$<br>$U_{2,2}$<br>$U_{sub2,2}$ | ... | 2   | $W_{2,0}, (W_6)$<br>$W_{sub2,0}$ | $W_{2,1}, (W_7)$<br>$W_{sub2,1}$ | $W_{2,2}, (W_8)$<br>$W_{sub2,2}$ | ... | 2   | $Msup_{2,0}(I)$<br>$Msub_{2,0}(I)$ | $Msup_{2,1}(I)$<br>$Msub_{2,1}(I)$ | $Msup_{2,2}(I)$<br>$Msub_{2,2}(I)$ | ... |
| ... | ...                                    | ...                                    | ...                                    | ... | ... | ...                              | ...                              | ...                              | ... | ... | ...                                | ...                                | ...                                | ... |

Рисунок 2 - Схемы расположения величин в CAD2Q9-модели:

- а) глубины, компоненты скорости течения и скорости осаждения взвеси;
- б) весовые коэффициенты перемещения и осаждения взвеси;
- в) масса взвеси и масса образовавшегося осадка

Величины на рисунке 2 проиндексированы в пределах всей клеточной области (абсолютная индексация), кроме весовых коэффициентов на рисунке 2-б, для которых в скобках показаны величины с альтернативной индексацией клеток в пределах окрестности (относительная индексация). Второй тип индексации предпочтителен при неоднократном повторении манипуляций над величинами в клетках одной и той же окрестности.

На рисунке 2 представлены следующие величины:  $U_{i+l,j+m}$  – компоненты скорости турбулентного течения (см. рисунок 1-в);  $U_{sub\,i+l,j+m}$  – скорости осаждения взвеси;  $H_{i+l,j+m}$  – глубина;  $W_{i+l,j+m}$  – весовые коэффициенты для учёта влияния компонент скорости на горизонтальное перемещение массы взвеси;  $W_{sub\,i+l,j+m}$  – весовые коэффициенты для учёта влияния скорости осаждения на массы взвеси и образующегося осадка;  $Msup_{i+l,j+m}(I)$  –

масса взвеси на  $I$ -том цикле;  $Msub_{i+l,j+m}(I)$  - масса образовавшегося осадка на  $I$ -том цикле.

Клеточный автомат представляет собой дискретную модель процесса распространения взвеси, развивающегося в каждой клетке двумерной клеточной области с окрестностью Мура [28] на очередном цикле  $I$ . Используется КА первого порядка, когда значения в клетках очередного цикла ( $I+1$ ) зависят от значений лишь одного предыдущего  $I$ -го цикла. Количество взвешенного вещества  $M_{ij}$  в клетке с координатами  $(i, j)$  рассчитывается по одному и тому же алгоритму (КА-правилу), зависящему от компонент скорости турбулентного течения  $U_{i+l,j+m}$ , глубин  $H_{i+l,j+m}$  и скоростей осаждения взвеси  $Usub_{i+l,j+m}$  в клетках окрестности.

Пусть схема на рисунке 2 соответствует ситуации на цикле  $I$ . Тогда КА-правила для расчета масс взвешенного и осажённого вещества в центральных клетках окрестности можно представить следующим образом:

$$W_{i+l,j+m} = \gamma \cdot U_{i+l,j+m} / \left( \sum_{l=-1}^{l=1} \sum_{m=-1}^{m=1} \gamma \cdot U_{i+l,j+m} \right); \quad (24)$$

$$Wsub_{i+l,j+m} = \left( Used(I)_{i+l,j+m} \cdot \Delta r_{i+l,j+m} / U_{i+l,j+m} \right) / H_{i+l,j+m}; \quad (25)$$

$$Msup_{i,j}(I+1) = \left( \sum_{l=-1}^{l=1} \sum_{m=-1}^{m=1} W_{i+l,j+m} \cdot Msup_{i+l,j+m}(I) \right) - Msub_{i,j}(I+1); \quad (26)$$

$$Msub_{i,j}(I+1) = \sum_{l=-1}^{l=1} \sum_{m=-1}^{m=1} Wsub_{i+l,j+m} \cdot Msup_{i+l,j+m}(I); \quad (27)$$

$$Msrc_{isrc,jsrc}(I) = Psrc_{isrc,jsrc} \cdot (\Delta r_{isrc,jsrc} / \bar{U}_{isrc,jsrc}); \quad (28)$$

где  $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ;  $j = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ;  $l = -1, 0, 1$ ;  $m = -1, 0, 1$ ;

$Used(I)_{i+l,j+m}$  - скорость осаждения взвеси (формула (42), п.3.4.2);

$Msrc_{isrc,jsrc}$  - взвесь, поступающая из источника в клетке с индексами  $i = isrc, j = jsrc$  в течение некоторого числа циклов  $I = 1, 2, \dots$ ;

$Psrc_{isrc,jsrc}$  - мощность источника (масса взвеси в единицу времени);

$\gamma$  - коэффициент, исправляющий нарушения симметрии, свойственное окрестности Мура [13, 31] ( $\gamma = 2^{-1/2}$ ,  $k = 0, 2, 6, 8$ );

$\bar{U}_{ij}$  - модуль вектора скорости основного потока;

$\Delta r_{ij}$  - расстояние, проходимое в клетке в направлении вектора скорости основного потока.

Осаждённая часть вещества, накопленная в клетке за все циклы и используемая далее для расчета толщины образовавшегося осадка, вычисляется суммированием по всем циклам:



$$SMsub_{i,j}(I) = \sum_1^I Msub_{i,j}(I). \quad (29)$$

На каждом цикле вычисляются также величины, используемые для контроля за соблюдением условия сохранения вещества:

– вещество, поступившее из источника к текущему циклу

$$MSrc(I) = \sum_1^I \sum_{i=2}^{n-3} \sum_{j=2}^{n-3} Msrc_{i,j}(I); \quad (30)$$

– вещество, содержащееся в облаке на текущем цикле

$$MSup(I) = \sum_{i=2}^{n-3} \sum_{j=2}^{n-3} Msup_{i,j}(I); \quad (31)$$

– вещество, выпавшее в осадок за все циклы

$$SMsup(I) = \sum_{i=2}^{n-3} \sum_{j=2}^{n-3} Msup_{i,j}(I); \quad (32)$$

– вещество, вынесенное за пределы области на открытых границах за все циклы

$$SMout(I) = \sum_1^I \left( \sum_{i=1}^{n-2} Msup(I)_{i;j=1,n-2} + \sum_{j=1}^{n-2} Msup(I)_{i=1,n-2;j} \right) \quad (33)$$

Условие сохранения вещества можно записать в виде:

$$MSup(I) + Msub(I) + SMout(I) \simeq MSrc(I). \quad (34)$$

Необходимо отметить, что при больших перепадах глубин условие (34) может нарушаться, как это происходит и в двумерных сеточных моделях [14, 20]. При возникновении такой ситуации на очередном цикле потеря или излишек вещества восполняется или изымается пропорционально количеству вещества в клетках. С помощью таких поправок условие (34) соблюдается с заданной точностью (по умолчанию с точностью 5 %).

Концентрация взвеси  $C$  (мг/л) и толщина осадка  $Z$  (мм) рассчитываются с использованием упрощённых методов, соответствующих задачам, решаемым с помощью CAD2Q9-модели. После окончания очередного цикла:

$$C(I)_{i,j} = \frac{MSup(I)_{i,j}}{\Delta x^2 \cdot H_{i,j}}; \quad (35)$$

$$Z(I)_{i,j} = \frac{SMsub(I)_{i,j}}{\rho_d \cdot \Delta x^2_{i,j}}; \quad (36)$$

где  $\rho_d$  - природная плотность осадка (г/см<sup>3</sup>).

**Образование осадка.** Здесь приводится пояснение расчёта скорости осаждения  $Used(I)_{i+l,j+m}$ , используемой выше по тексту в формуле (25). При этом следует вспомнить, что в настоящем варианте модели учитываются особенности полидисперсности взвеси,

содержащей частицы нескольких фракций ( $f_r = 1, \dots, N$ ) с различающимися размерами  $d_{fr}$ , когда возможна флокуляция частиц.

В CAD2Q9-модели при вычислении скорости осаждения  $Used_{fr}(I)_{ij}$  учитываются два типа осаждения мелкодисперсных частиц в зависимости от их размера  $d_{fr}$  и весовой концентрации частиц фракции  $C_{fr}(I)_{ij}$ : свободное осаждение и стеснённое осаждение. Свободное осаждение наблюдается при низкой концентрации частиц, когда можно считать, что частицы оседают независимо друг от друга, не сталкиваясь и не взаимодействуя друг с другом. В этом случае скорость осаждения частиц размером 0,05 мм и менее рассчитывается непосредственно по известной формуле Стокса.

Для учёта стеснённости, проявляющейся при повышенных концентрациях мелких вязких частиц (менее 0,05 мм) используется подход [37], при котором к скорости осаждения по Стоксу вводятся поправки на затруднённое осаждение и флокуляцию.

### 3.5 Реализация и апробация

Программная реализация КА-модели представляет собой Javascript-версию, имеющую наименование CAD2Q9-SIST (Cellular Automata **D2Q9-Simulation Suspension Transfer**, клеточно-автоматная D2Q9-имитация переноса взвеси) [29]. Имеется два варианта реализации: в среде браузера и десктопный вариант. Второй вариант использует платформу nw.js [41] и обладает преимуществом за счёт возможности работать с системными API операционных систем Linux, Windows и Mac OS.

Достоинством программы являются пониженные требования к машинным ресурсам, что, наряду со снижением трудоемкости за счет особенностей КА-модели, обеспечивается использованием веб-технологий в среде клиента (Mozilla Firefox, браузеры на основе Chromium и nw.js). Для разработки использован Javascript в среде HTML4 с элементами HTML5 [19]. Построение графиков осуществляется с помощью Javascript-библиотеки Highcharts JS [40]. Для сохранения и последующей интерпретации результатов используется клиентская база данных на основе HTML5 API IndexedDB [39].

В CAD2Q9-SIST используется ещё одно преимущество за счёт возможности запуска программы в нескольких окнах браузера (платформы nw.js). Таким образом можно, например, имитировать распараллеливание алгоритмов, запуская распространение каждого монодисперсного облака поддисперсной взвеси в отдельном окне, реализуя принцип суперпозиции через базу данных посредством API IndexedDB.

Сравнение результатов с аналитическими решениями (4) в рамках ГТД-модели (2) показывает, что распределение концентрации взвеси в КА-модели не трудно воспроизводить практически не отличающимся от получаемого по (4), изменяя параметры, принятые “по умолчанию” для различных глубин и разрешений. С уменьшением глубины

облако становится более плоским, так как сказывается усиление горизонтальной диффузионной составляющей скорости за счет уменьшения вертикальной. При уменьшении разрешения облако закономерно становится более плоским за счет усреднения. Следует признать, что соответствие между моделями получить не трудно за счёт того, что в ГТД-модели допускается изменение параметров  $\Lambda$  и  $K(t)$  в широких пределах [26].

На многочисленных примерах моделирования показано, что CAD2Q9-SIST воспроизводит отличные от изотропных реалистичные формы распределения концентрации, присущие прибрежным зонам [14, 26].

Приемлемые результаты показывает сравнение с натурными данными.

Подробнее о примерах и апробации можно узнать на сайте [rvn.org.ru](http://rvn.org.ru).

### **Выводы**

Предложенный подход позволяет создать квазидвумерную модель, пригодную для имитации распространения загрязнения по акватории небольших участков мелководных водных объектов.

Модель имитирует усредненное по изменяющимся глубинам поле скоростей установившегося турбулентного течения, возникающего под воздействием ветра и стока. В полученном поле скоростей имитируются выбросы и распространение шлейфов (облаков) осаждающейся полидисперсной взвеси.

Эффективность клеточных автоматов в сочетании с преимуществами реализации в среде клиента (браузера, платформы NW) позволяют осуществлять моделирование на бюджетных компьютерах.

Конечным результатом работы программы являются характеристики, необходимые для расчёта оценок ущерба водным биоресурсам в соответствии с действующими методиками.

В программе необходимо задавать константы, связанные с параметрами турбулентности. Удовлетворительные результаты можно получать, используя значения, заданные по умолчанию. Однако желательны уточнения по данным гидрологических наблюдений. Традиционные измерения трудоёмки, недостаточно точны и подробны. Необходимо использовать преимущества применения малых беспилотных водных и летательных аппаратов (БПВА и БПЛА). Представляется важным обратить внимание на слабую изученность вероятностных свойств турбулентности в мелководных прибрежных зонах. Проблем решается новыми методами с использованием недорогих дрейфтеров, оснащённых GPS-приёмником и GSM-связью. CAD2Q9-SIST можно использовать для планирования и интерпретации наблюдений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате моделирования переноса и осаждения взвеси по исходным данным, содержащимся в проектной документации на объект «Реконструкция гидротехнических сооружений «Берегоукрепление пляжных сооружений» в с. Агой, ул. Центральная 39. Пляжная зона», получены представленные в таблицах 6÷121 количественные значения характеристик, необходимые для последующего расчёта размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам в соответствии с методикой [4].

Отображаемые в процессе моделирования карты и графики, часть которых представлена на рисунках 4÷65, позволяют получить представление об особенностях пространственно-временной динамики распространения загрязнения.

Для моделирования использовался программный комплекс «CAD2Q9-SIST», зарегистрированный в патентном ведомстве [29], сертификат соответствия RU.32468.04ЛЕГО.О10.1293 (см. Приложение).



### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД 31-74-09-96. Нормы на морские дноуглубительные работы. Введены 1.01.1997 г.
2. СтО 14649425-0005-2019. Выполнение дноуглубительных работ в морских портах и на подходах к ним. ФГУП «РОСМОРПОРТ». М., 2019.
3. ФЕР-2020. Федеральные единичные расценки на строительные работы. Утверждены приказом Мин. Строительства и ЖКХ РФ от 26.12.2019 г. №876/пр.
4. Методика исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам. Утв. приказом Минсельхоза РФ от 31.03.2020 №167.
5. Методические указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ (ВРДС 12-05-03 МО РФ). М., 2003. - 87 с.
6. Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические условия. С-Пб: Гидрометеиздат, 1991-430с.
7. СП 422.1325800.2018 “Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Строительство подводных переходов и контроль выполнения работ”. Дата введения - 25 июня 2019 г.
8. СТО 52.08.31-2012. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учёт руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров. // СПб, ФГБУ "ГТИ", 134 с.
9. Альтман Э.Н. Особенности горизонтальной турбулентности в мелководном проливе./Э.Н. Альтман, Б.Л. Лагутин, Д.М. Толмазин // Басс. ГМО Черного и Азовского морей, вып. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1966. - С.75-87.
10. Барышников Н.Б. Гидравлическое сопротивление речных русел. - СПб, изд. РГГМУ, 2003. 147 с.
11. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. Л.: Гидрометеиздат. 1989. 286 с.
12. Воынов М.А. Влияние плановой геометрии речного русла на диффузию и дисперсию примеси // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-3. – С. 535-540.
13. Вольцингер Н.Е., Пяковский Р.В. Теория мелкой воды. Океанологические задачи и численные методы. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 207 с.
14. Грузинов В.М. Прикладная океанография / В.М. Грузинов, Е.Б. Борисов, А.В. Григорьев // - Обнинск: изд-во «Артифекс», 2012. - 384 с.
15. ГСССД 76-84 Таблицы стандартных справочных данных. Морская вода // - М.: Изд-во стандартов, 1986.
16. Караушев А.В. Теория и методы расчёта речных наносов // Л.: Гидрометеиздат, 1977. -272 с.
17. Копалиани З.Д, Жук М.М. О перспективах создания методов оценки гидрологических и гидравлических характеристик неизученных рек на основе гидроморфологических зависимостей // - СПб.: РГГМУ, № 5. 2007, С. 86-97.

18. Котеров В.Н. Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Горизонтальное рассеяние. / В.Н. Котеров, Ю.С. Юрезанская // Журн. выч. матем. и мат. физ. - Т. 50, № 2. 2010. - С. 375-387.
19. Лабберс П. HTML5 для профессионалов / П. Лабберс, Б. Олберс., Ф. Салим // - М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. - 272 с.
20. Липатов И.В. Оценка гидродинамических условий при ликвидации разливов нефти / И.В. Липатов, А.Е. Пластинин // Вестн. ГУ им. Макарова, вып. 5. - С. 127-134.
21. Лобанов А.И. Модели клеточных автоматов // Компьютерные исследования и моделирование. - 2010. - Т. 2, № 3. - С. 273-293.
22. Лятхер В.М., Прудовский А.М. Гидравлическое моделирование // - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 392 с.
23. Мачин Д. А., Четверушкин Б. Н. Кинетические и lattice Boltzmann схемы // Математическое моделирование. — 2004. — Т. 16, No 3. — С. 87–94.
24. Новиков Е.А. О турбулентной диффузии в потоке с поперечным градиентом скорости // Прикл. мат. и мех., 1958, т. 22, вып. 3, с. 576-579.
25. Озмидов Р.В. О зависимости коэффициента горизонтальной турбулентной диффузии в ветровых течениях от относительной глубины водоёма. - Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1959, №8, с. 164-181.
26. Озмидов Р.В. Диффузия примесей в океане. Л.: Гидрометеониздат, 1991. -279 с.
27. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.
28. Полупанов В.Н. Алгоритм случайного поиска глобального минимума целевой функции // КОНеМ - 2012: матеріали ІІ всеукраїнського наукового семінару (м. Полтава, 7-8 вересня 2012 р.). - 84 с.
29. Полупанов В.Н. Программный комплекс «CAD2Q9-SIST». Свид-во о рег. программы для ЭВМ RU 2021611187. Патентное ведомство: Россия, 2021.
30. Полупанов В.Н. Имитационная модель загрязнения взвешенными веществами мелководных водных объектов. // Сб. статей конференции, т. 11 (95). - М., ООО «Интернаука», 2021. С. 14-56.
31. Пухтяр Л.Д. Турбулентные характеристики прибрежной зоны моря. / Л.Д. Пухтяр, Ю.С. Осипов. // Труды ГОИН. — 1981. — Вып.158. — С. 36-41.
32. Скребков Г.П. Метод расчёта распределения скоростей по ширине слабodeформированного участка реки// Метеорология и гидрология, №3,1972. - С. 75-81.
33. Судольский Р.В. Динамические явления в водоемах // Л.: Гидрометеониздат, 1991. — 263 с.
34. Толмазин Д.М. Проблемы динамики вод северо-западной части Черного моря / Д.М. Толмазин, В.А. Шнайман, Ж.М. Ациховская. — К.: Наукова думка, 1969. — 130 с.

35. Тоффоли Т. Машины клеточных автоматов: пер. с англ. / Т. Тоффоли, Н. Марголус. — М.: Мир, 1991. — 280 с.
36. Шапиро Н.Б. К теории течений в Керченском проливе // Научн. основы компл. использов. прир. ресурсов шельфа. Севастополь, МГИ НАН Украины. - 2005. - С. 320-332.
37. Van Rijn, L.C. Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas / Leo C. van Rijn – Amsterdam: Aqua Publication – I11. 1993, p.690.
38. Wolf-Gladrow D. A. A lattice Boltzmann equation for diffusion // Journal of Statistical Physics. — 1995. — Vol. 79, No 5–6. — P. 1023–1032.
39. Использование IndexedDB [Электронный ресурс]. - URL: [https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/IndexedDB\\_API/Using\\_IndexedDB](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/IndexedDB_API/Using_IndexedDB) (дата обращения 26.05.2021).
40. HIGHCHARTS [Электронный ресурс]. - URL: <http://highcharts.com> (дата обращения 26.05.2021).
41. NW.js [Электронный ресурс]. - URL: <https://nwjs.io/> (дата обращения 26.05.2021).



## Приложение А. Сертификат соответствия

| <b>СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ</b><br><b>«ЛЕГИОН С»</b><br><small>№ РОСС RU.32468.04.ЛЕГ0 в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации</small>                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                           | <h2 style="margin: 0;">СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</h2>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p style="text-align: right;">Регистрационный номер RU.32468.04.ЛЕГО.010.1293</p> <p style="text-align: right;">Срок действия 10.01.2024 г. по 09.01.2027 г.</p>                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ</b><br/>           Орган по сертификации ООО "ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "КОНТРОЛЬ"<br/>           Адрес: 105118, город Москва, Ул. Буракова 27 Б. Номер телефона: +79263879079 адрес электронной почты: il.oc.kontrol@inbox.ru</p>                                   | <p><b>№ 0071608</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ПРОДУКЦИЯ</b><br/>           Программный комплекс "«CAD2Q9-SIST» (Cellular Automata D2Q9-Simulation Suspension Transfer, клеточно-автоматная D2Q9-имитация переноса извесн)". Серийный выпуск.</p>                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b><br/>           ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000; ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910-2002, ГОСТ 34.201-89 (раздел 1), ГОСТ Р ИСО 9127-94 (п.п. 6.3-6.5), ГОСТ 28195-89</p>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>ИЗГОТОВИТЕЛЬ</b><br/>           Полупанов Владимир Николаевич. Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 353290, РОССИЯ, Краснодарский край, город Горячий Ключ, улица Лесная, дом 18а, телефон: +7(989)236-49-43, адрес электронной почты: rvpny@yandex.ru</p>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>СЕРТИФИКАТ ВЫДАН</b><br/>           Полупанов Владимир Николаевич. Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 353290, РОССИЯ, Краснодарский край, город Горячий Ключ, улица Лесная, дом 18а, телефон: +7(989)236-49-43, адрес электронной почты: rvpny@yandex.ru</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>НА ОСНОВАНИИ</b><br/>           Протокол испытаний № КЛС-004-0029 от 10.01.2024 г., выданного испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "КОНТРОЛЬ", аттестат аккредитации РОСС RU.32468.04.ЛЕГ0.ИЛ.009.</p>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p><b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p>СХЕМА СЕРТИФИКАЦИИ 1с (ГОСТ Р 53603-2020. Оценка соответствия. Схемы сертификации продукции в Российской Федерации).</p>                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                         | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><b>Руководитель органа</b></p> <p><b>Эксперт</b></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Н.А. Миронов<br/><small>инициалы, фамилия</small></p> <p>Ю.М. Орешкина<br/><small>инициалы, фамилия</small></p> </td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">Сертификат не применяется при обязательной сертификации</p> | <p><b>Руководитель органа</b></p> <p><b>Эксперт</b></p> | <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div> | <p>Н.А. Миронов<br/><small>инициалы, фамилия</small></p> <p>Ю.М. Орешкина<br/><small>инициалы, фамилия</small></p> |  |
| <p><b>Руководитель органа</b></p> <p><b>Эксперт</b></p>                                                                                                                                                                                                                                    | <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <small>подпись</small> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |
| <p>Н.А. Миронов<br/><small>инициалы, фамилия</small></p> <p>Ю.М. Орешкина<br/><small>инициалы, фамилия</small></p>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |  |