

СТАТЬИ

УДК 574.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ
НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ БЕЙСУГСКОГО ЛИМАНА РАБОТ
ПО ЛИКВИДАЦИИ СКВАЖИН И ЭСТАКАДЫ
ПРОМЫСЛОВОГО ГАЗОСБОРНОГО ПУНКТА
НА БЕЙСУГСКОМ ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ****Денисенко О.С.***ООО «Азово-Черноморский научный центр рыбохозяйственных исследований», Краснодар,
e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

В данной работе проанализированы, обобщены и изложены основные результаты собственных гидрологических, гидробиологических и ихтиологических научных исследований по определению возможного влияния работ по ликвидации скважин № 28, 29, 31, 32 Бейсугского месторождения с демонтажем эстакады промышленного газосборного пункта и шлейфов к скважинам на состояние водных биоресурсов Бейсугского лимана Азовского моря. Приведена характеристика современного состояния качественных и количественных показателей развития биоты Бейсугского лимана Азовского моря, проанализированы используемые при проектировании и планировании работ практические подходы и технические решения. Детально изложено влияние различных типов проводимых работ на состояние основных групп гидробионтов Бейсугского лимана Азовского моря с детализацией каждого из видов воздействия. Произведен расчет возможной величины вреда водным биоресурсам Бейсугского лимана Азовского моря по всем нормируемым параметрам и показателям в соответствии с действующими нормативными правовыми актами в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов с определением основных параметров негативного воздействия. Проведено многокомпонентное компьютерное имитационное моделирование параметров распространения и седиментации дополнительной технологической взвеси с использованием компьютерного модуля ИМРВ «Поток» 1.0. Определены основные виды и направления осуществления необходимых компенсационных мероприятий с использованием приоритетных объектов искусственного воспроизводства, рекомендованных научно-исследовательскими организациями Федерального агентства по рыболовству к выпуску в водные объекты Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Ключевые слова: Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн, Бейсугский лиман, гидробионты, видовой состав, дноуглубительные работы, искусственное воспроизводство

**DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE NEGATIVE IMPACT
ON THE AQUATIC BIORESOURCES OF THE BEISUG ESTUARY
OF THE WORK ON THE LIQUIDATION OF WELLS AND THE FLYOVER
OF THE FIELD GAS COLLECTION POINT AT THE BEISUG GAS FIELD****Denisenko O.S.***Azov-Black Sea Scientific Center for Fisheries Research, Krasnodar, e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

This paper analyzes, summarizes and presents the main results of our own hydrological, hydrobiological and ichthyological scientific research to determine the possible impact of work on the liquidation of wells No. 28, 29, 31, 32 of the Beisug field with the dismantling of the flyover of the field gas collection point and plumes to the wells on the state of aquatic bioresources of the Beisug estuary of the Sea of Azov. The characteristics of the current state of qualitative and quantitative indicators of the development of the biota of the Beisug estuary of the Sea of Azov are given, practical approaches and technical solutions used in the design and planning of work are analyzed. The influence of various types of work carried out on the condition of the main groups of hydrobionts of the Beisug estuary of the Sea of Azov is described in detail, with details of each of the types of impact. The calculation of the possible amount of harm to the aquatic biological resources of the Beisug estuary of the Sea of Azov for all normalized parameters and indicators in accordance with the current regulatory legal acts in the field of fisheries and conservation of aquatic biological resources with the determination of the main parameters of the negative impact. Multicomponent computer simulation of the parameters of propagation and sedimentation of additional technological suspension using the computer module IMRV "Stream" 1.0 was carried out. The main types and directions of implementation of the necessary compensatory measures with the use of priority objects of artificial reproduction recommended by research organizations of the Federal Agency for Fisheries for release into the water bodies of the Azov-Black Sea Fisheries Basin are determined.

Keywords: Azov-Black Sea fishery basin, Beisug estuary, hydrobionts, species composition, dredging, artificial reproduction

Проектируемые к ликвидации производственные объекты расположены в Бейсугском лимане с выходом на территорию Ясенской косы. Вся эта территория является ООПТ регионального значения – прибрежный природный комплекс «Ясенская коса»,

акватория Бейсугского лимана – и подпадает под действие федеральных и региональных законов об ООПТ.

Бейсугский лиман Азовского моря площадью около 38 000 га располагается на территории Приморско-Ахтарского

района Краснодарского края и, по сути, является затопленной морскими водами устьевой частью р. Бейсуг. Длина Бейсугского лимана составляет около 30 км, ширина до 12 км, средняя глубина около 1,7 м. Бейсугский лиман в настоящее время отделен от акватории Азовского моря Ясенской косой длиной около 14 км, водообмен осуществляется через Ясенское и Бугазское гирла.

В лиман ежегодно поступает около 230 млн м³ пресной воды из р. Бейсуг и через Челбасское гирло, из лимана Кушеватый и серию более мелких лиманов (лиман Сладкий, лиман Горький и др.) воды из р. Челбас.

Правообладатель объекта: ООО «Газпром добыча Краснодар». Лицензия на право пользования недрами КРД № 04009 НЭ зарегистрирована Федеральным агентством по недропользованию по Краснодарскому краю 17 сентября 2009 г. Срок действия лицензии до 31 декабря 2030 г.

Бейсугское месторождение расположено в Приморско-Ахтарском районе Краснодарского края, в 9 км к северо-востоку от г. Приморско-Ахтарска. Ближайшие населенные пункты – станица Бородинская и хутор Морозовский. Основная часть Бейсугского месторождения расположена под акваторией Бейсугского лимана. На юго-западе лиман отделен от Азовского моря полуостровом, сужающимся в северном направлении и переходящим в Ясенскую косу, омываемую с запада Азовским морем, а с востока – Бейсугским лиманом [1, 2].

Работы по ликвидации скважин № 28, 29, 31, 32 Бейсугского месторождения с демонтажем эстакады промышленного газосборного пункта и шлейфов к скважинам планируется производить с июля 2024 г. по апрель 2025 г. силами эксплуатирующей организации – ООО «Газпром добыча Краснодар».

Цель исследования – определение параметров негативного влияния работ по ликвидации скважин № 28, 29, 31, 32 Бейсугского месторождения с демонтажем эстакады промышленного газосборного пункта и шлейфов к скважинам на состояние водных биоресурсов Бейсугского лимана, расчет вреда водным биоресурсам и среде их обитания, а также определение основных видов и направлений осуществления компенсационных мероприятий с использованием приоритетных объектов искусственного воспроизводства, рекомендованных научно-исследовательскими организациями к выпуску в водные объекты Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Материалы и методы исследования

В качестве приоритетных методических основ и подходов при проведении исследований по оценке характера воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на биоресурсы Бейсугского лимана в зоне проведения работ использованы основополагающие законодательные акты [3, 4].

Источниками получения исходных данных о гидробиологической и ихтиологической характеристике Бейсугского лимана являлся анализ научных данных, опубликованных в рецензируемых научных изданиях за предшествующие 10 лет, собственные опубликованные материалы и фондовые данные гидробиологического мониторинга за 2012–2022 гг., осуществляемого в рамках производственного экологического контроля.

В процессе производства работ, связанных с разработкой и удалением, перемешиванием или отсыпкой грунта под водой, неизбежен вынос некоторого количества частиц грунта течением из зоны работ и, как следствие, формирование дополнительных (технологических) наносов, концентрации которых превышают фоновые значения мутности в водном объекте. Для определения видов и параметров такого воздействия применялась сертифицированная имитационная математическая модель ИМРВ «Поток» 1.0 [5, 6].

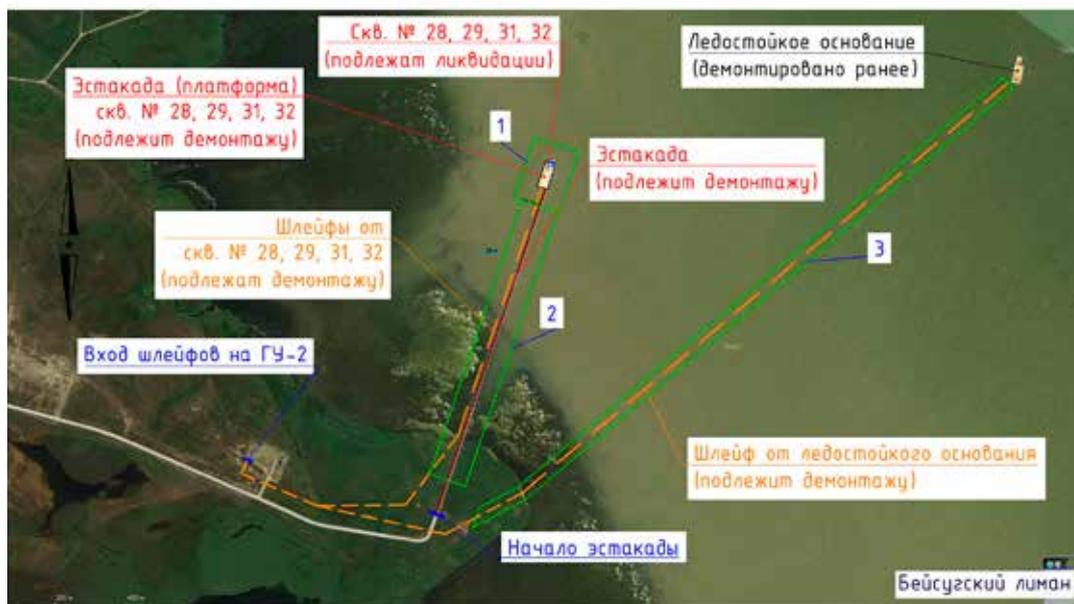
При осуществлении сбора, анализа и последующей обработки всех видов проб нами были использованы методики и определители [7–9].

Результаты исследования и их обсуждение

Объект представляет собой совокупность сооружений, размещенных в Бейсугском лимане. Скважины № 28, 29, 31 и 32 пробурены с общей эстакады (платформы), вынесенной в Бейсугский лиман (рис. 1).

К промышленной эстакаде (платформе) ведет эстакада (на металлических опорах), выполняющая роль подъезда к скважинам. Шлейфы скважин № 31, 29 и 32 представляют собой два промышленных трубопровода диаметром 114 мм, уложенных по дну Бейсугского лимана. Шлейфы скважин предназначены для подачи добывавшегося ранее газа на групповую установку (ГУ-2), расположенную примерно в 800 м (по подъездной дороге) от берега лимана.

Работами предусматривается: ликвидация скважин № 29, 31 и 32; срезка верхней части скважин № 28, 29, 31 и 32 с установкой заглушек; демонтаж шлейфов от скважин № 28, 29, 31 и 32; демонтаж шлейфа от ранее ликвидированных скважин № 67 и 68; демонтаж платформы скважин; демонтаж эстакады.



- 1 - эстакада (платформа) площадка скв. №28, №29, №31, №32
 2 - эстакада (подъезд к скважинам), (вдоль эстакады по дну лимана проложены 2 шлейфа)
 3 - шлейф ледостойкого основания

Рис. 1. Обзорная схема расположения ликвидируемых объектов

Таким образом, проект включает в себя две группы работ: работы, выполняемые по ликвидации скважин № 29, 31 и 32; работы, выполняемые по демонтажу оборудования (шлейфы скважин) и эстакады (платформы), на которой размещены скважины.

Анализ гидробиологических показателей в месте проведения работ

Фитопланктон Бейсугского лимана в месте проведения работ был представлен 96 видами водорослей, среди которых наиболее многочисленны диатомовые (34,4%), пиропитовые (34%), сине-зеленые (15,8%) и протокочковые (15,8%) водоросли [10, 11].

Характерной особенностью Бейсугского лимана является присутствие редко встречающихся в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне видов фитопланктона, прежде всего: *Proschkinia bulnheimii*, *Hippodonta hungarica*, *H. Capitata*, *Diploneis suborbicularis*. В Бейсугском лимане отмечено высокое видовое разнообразие бентосных и эпифитных диатомовых водорослей, среди которых наиболее массовые видами в районе производства работ были диатомовые водоросли рода *Navicula*, в частности виды *N. Salinarum*, *N. trivialis* и *N. placentula*, а также видов *Amphora ovalis*, *A. twentiana* и *Craticula halophila*.

Среднегодовая численность фитопланктона составила 26 млрд кл./м³, среднегодовая биомасса – 10,2 г/м³.

Особо охраняемые виды, внесенные в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе фитопланктона в месте проведения работ отсутствуют.

Зоопланктон Бейсугского лимана в месте проведения работ был представлен более чем 60 видами, среди которых были отмечены планктонные: *Rotifera* (*Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis* Br. *calyciflorus amphicerus*, Br. *Urceus*, *Euchlanis dilatata*, *Keratella cochlearis*, *Lecana luna*, *Lepadella patella*, *Synchaeta oblonga*, *Testudinella insica* и другие виды), *Copepoda* (*Acanthocyclops bicuspidatus*, *A. vernalis*, *A. viridis*, *Calanipeda aqua dulces*, *Cyclops furcifer*, *C. Strenuous*, *Cyclops vicinus*, *Diaptomus coeruleus*, *D. salinus*, *Eucyclops serrulatus*, *E. velox*, *Macrocyclus albidus*, *Microcyclus gracilis*, *Paracartia latisetosa* и другие виды), *Cladocera* (*Alona affinis*, *A. Rectangular*, *Bosmina longirostris*, *Chidorus sphaericus*, *Daphnia cristata*, *D. Hyaline*, *D. Longispina*, *D. magna*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Moina micrura*, *Sida crystallina* и другие виды) и временно планктонные гидробионты (*Larva Bivalvia*, *Olygochaeta*, *Imago Insecta*).

Среднегодовая численность зоопланктона составила 47,18 тыс. экз./м³, среднегодовая биомасса – 0,225 г/м³.

Особо охраняемые виды, внесенные в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зоопланктона в месте проведения работ отсутствуют.

Зообентос Бейсугского лимана в месте проведения работ был представлен эвригалинными азовскими видами средиземноморского происхождения (*Polychaeta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Amphipoda*, *Cumacea*, *Isopoda*, *Oligochaeta*) и отдельными видами амфибиотических насекомых (личинками *Chironomidae*). В донных сообществах Бейсугского лимана доминируют пелофильные виды-детритофаги, из которых доминирующим фоновым видом является полихета *Neanthes succinea*.

Основными критическими факторами, влияющими на видовой состав, структуру и пространственное распределение донных сообществ в Бейсугском лимане, являются состав донных осадков, батиметрическая структура водоема и его соленость.

Среднегодовая численность зообентоса составила 1642 экз./м², среднегодовая биомасса – 12,5 г/м².

Особо охраняемые виды, внесенные в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зообентоса в месте проведения работ отсутствуют.

*Анализ ихтиофауны
в месте проведения работ*

Бейсугский лиман может быть отнесен к водным объектам высшей рыбохозяйственной категории [12, 13]. Состав ихтиофауны Бейсугского лимана представлен представителями 11 семейств и 43 видов рыб.

Семейство Анчоусовые (*Engraulidae*): азовский анчоус (хамса) *Engraulis encrasicolus maeoticus*.

Семейство Сельдевые (*Clupeidae*): азовский пузанок (азовская сельдь) *Alosa tanaica*; черноморско-азовская тюлька *Clupeonella cultriventris*.

Семейство Карповые (*Cyprinidae*): амур белый *Stenopharyngodon idella*; толстолобик пестрый *Aristichthys nobilis*; толстолобик белый *Hypophthalmichthys molitrix*; карась обыкновенный *Carassius carassius*; карась серебряный *Carassius gibelio*; сазан обыкновенный *Cyprinus carpio*; пескарь обыкновенный *Gobio gobio*; чебачок амурский *Pseudorasbora parva*; лещ *Abramis brama*; густера *Blicca bjoerkna*; укляя обыкновенная *Alburnus alburnus*; шемая черноморско-азовская *Alburnus mento*; плотва обыкновенная *Rutilus rutilus* и ее подвид тарань *Rutilus rutilus heckeli*; красноперка обыкновенная *Scardinius erythrophthalmus*; рыбец обыкновенный *Vimba vimba*; чехонь обыкновенная *Pelecus cultratus*; линь обыкновенный *Tinca tinca*.

Семейство Сомовые (*Siluridae*): сом обыкновенный *Silurus glanis*.

Семейство Щуковые (*Esocidae*): щука обыкновенная *Esox lucius*.

Семейство Кефалевые (*Mugilidae*): сингиль *Liza aurata*; пиленгас *Liza haematocheilus*; остронос *Liza saliens*; лобан *Mugil cephalus*.

Семейство Атериновые (*Atherinidae*): атерина черноморская *Atherina boyeri pontica*.

Семейство Колошковые (*Gasterosteidae*): колюшка трехиглая *Gasterosteus aculeatus*; малая южная колюшка *Pungitius platygaster platygaster*.

Семейство Игловые (*Syngnathidae*): пухлощекая рыба-игла *Syngnathus abaster*.

Семейство Окуневые (*Percidae*): ерш донской *Gymnocephalus acerina*; окунь речной *Perca fluviatilis*; перкарина азовская *Percarina maeotica*; судак обыкновенный *Sander lucioperca*.

Семейство Бычковые (*Gobiidae*): пуголовка азовская *Benthophilus magistri*; бычок-бубыр *Knipowitschia caucasica*; длиннохвостый бычок Книповича *Knipowitschia longicaudata*; бычок-песочник *Neogobius fluviatilis*; мраморный бычок *Pomatoschistus marmoratus*; малый бычок *Pomatoschistus minutus*; бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus*; бычок-травяник *Zosterisessor ophiocephalus*.

Имитационное математическое моделирование переноса и распространения загрязняющих веществ в водной среде

Для моделирования распространения и седиментации взвеси в водной среде использованы следующие основные данные: технологические особенности работ; гранулометрический состав разрабатываемого грунта; производительность землеройной техники; гидрологические условия в месте проведения работ.

Для проведения разработки грунта используется земснаряд, оборудованный грунтонасосом производительностью 400 м³/ч, с напором 40 м, обеспечивающий подачу пульпы по пульпопроводу диаметром 150–200 мм до 700 м по горизонтали. Земснаряд оборудуется фрезерным рыхлителем (до 5–6 м).

Усредненный гранулометрический состав представлен в табл. 1, гранулометрическая кривая данного типа грунта – на рис. 2.

Преобладающей фракцией изымаемого грунта является размерная группа 0,1–0,05 мм. Эффективный диаметр частиц 50% обеспеченности равен 0,048 мм.

Для моделирования распространения и седиментации взвеси в водной среде использованы следующие основные данные: технологические особенности работ; гранулометрический состав разрабатываемого грунта; производительность землеройной техники; гидрологические условия в месте проведения работ.

Таблица 1

Гранулометрический состав изымаемых грунтов

Гранулометрический состав, %						
Размер частиц, мм						
1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	< 0,005
0,3	1,2	6,3	41,7	30,1	10,6	9,8
Обеспеченность, %						
100	99,7	98,5	92,2	50,5	20,4	9,8

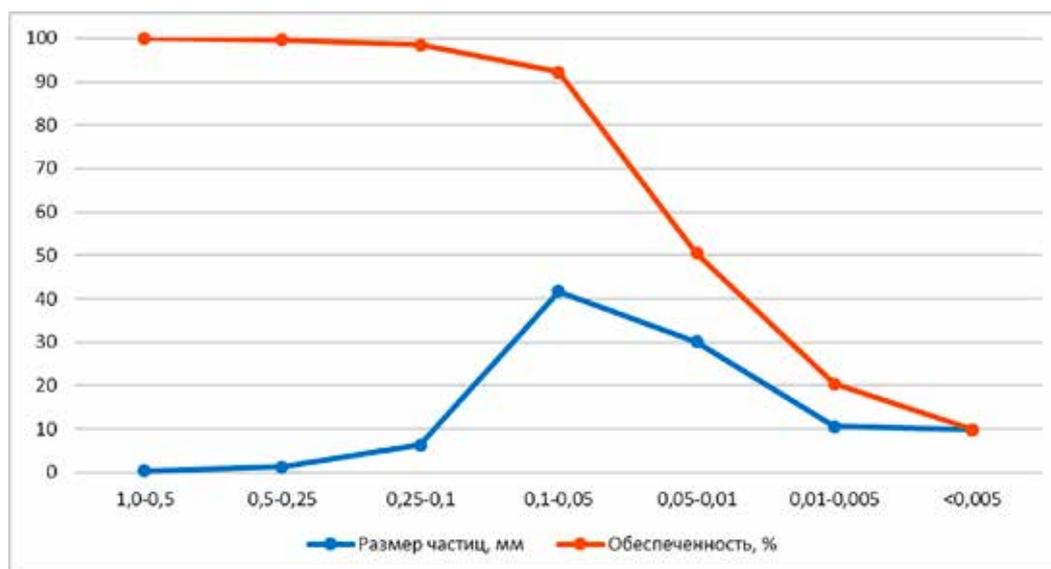


Рис. 2. Гранулометрическая кривая грунтов

С учетом всех видов воздействия в рамках проводимых работ в акватории Бейсугского лимана расчетами доказано наличие повышенной (по сравнению с фоновыми концентрациями) технологической мутности, параметры которой приведены на рис. 3–5 и в табл. 2.

Согласно выполненным исследованиям и осуществленным расчетам выявлено, что общий вред от проводимых работ будет складываться из следующих видов негативного воздействия:

- гибель организмов зообентоса на нарушаемых работами площадях дна акватории Бейсугского лимана;

- гибель и снижение продуктивности организмов фитопланктон и зоопланктон в акватории Бейсугского лимана;

- гибель ихтиопланктона (личинки на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм в зоне повышенной мутности в акватории Бейсугского лимана;

- гибель организмов фитопланктона, зоопланктона, ихтиопланктона (личинки

на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм при заборе воды из образовавшихся котлованов при работах по монтажу и демонтажу кессонов вокруг устья скважин и колонн в акватории Бейсугского лимана;

- гибель планктонных кормовых организмов (фитопланктон, зоопланктон), ихтиопланктона (личинки на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм при заборе воды на разбавление грунта в гидросмеси при демонтаже в акватории Бейсугского лимана.

Демонтаж шлейфов скважин № 28, 29, 31, 32 и шлейфа ледостойкого основания скважин № 67, 68 проводится в пределах ранее существующих сооружений, нерестилища рыб на данных площадях работ отсутствуют, вред не наносится. Повреждение русловых нерестилищ также не будет отмечено при размещении грунта от демонтажа шлейфов скважин № 28, 29, 31, 32 и шлейфа ледостойкого основания скважин на площади подводного отвала, так как данный отвал расположен в непосредственной близости

от демонтируемых сооружений на ранее трансформированных площадях дна Бейсугского лимана, на которых также отсутствует необходимый для нереста субстрат. Соответственно, вред водным биоресурсам от повреждения русловых нерестилищ не рассчитывается.

Учитывая гидрологические характеристики Бейсугского лимана, в месте произ-

водства работ на прирезовой части Бейсугского лимана отсутствуют пойменные нерестилища, работы проводятся на существующих и ранее полностью трансформированных земельных площадях, используемых ООО «Газпром добыча Краснодар». Соответственно, вред водным биоресурсам от повреждения пойменных нерестилищ фитофильных видов рыб не рассчитывается.

ИМРВ "Поток" 1.0		ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока		Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), м ^{1/3} /с	47,74	Коэффициент Шези (C), м ^{1/3} /с	45,95
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	39,42	Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	38,17
Безразмерный коэффициент N	191,89	Безразмерный коэффициент N	178,85
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,00000013531	Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,00111607143
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,002	Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,020
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,00000	Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,00000
Безразмерный параметр G	0,000	Безразмерный параметр G	0,000
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0000000	Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0000000
Гидромеханический параметр (Г)	0,14000	Гидромеханический параметр (Г)	0,12000
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток		Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (B _д), м	49,00	Действующий фронт работ (B _д), м	48,00
Расход воды, м ³ /с:		Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Q _д)	0,2156	- через фронт работ (Q _д)	1,5120
- средний в створе работ (Q _{ср})	0,216	- средний в створе работ (Q _{ср})	1,584
Дополнительная мутность, г/л:		Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (S _{взм})	0,0065	- взмыва (S _{взм})	0,6209
- начальная (в створе работ) (S _н)	0,00	- начальная (в створе работ) (S _н)	0,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (S _т), г/л	0,000915847	Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (S _т), г/л	0,074504105
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	0,0	Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	0,0
ИМРВ "Поток" 1.0		ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока		Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), м ^{1/3} /с	45,51	Коэффициент Шези (C), м ^{1/3} /с	42,06
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	37,85	Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	35,44
Безразмерный коэффициент N	175,65	Безразмерный коэффициент N	152,00
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,00000000002	Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,003969
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,000	Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,024
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,00000	Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,01952
Безразмерный параметр G	0,000	Безразмерный параметр G	0,195
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0000000	Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,00001
Гидромеханический параметр (Г)	0,22000	Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток		Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (B _д), м	42,00	Действующий фронт работ (B _д), м	3,00
Расход воды, м ³ /с:		Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Q _д)	0,0139	- через фронт работ (Q _д)	0,0450
- средний в створе работ (Q _{ср})	0,014	- средний в створе работ (Q _{ср})	81,000
Дополнительная мутность, г/л:		Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (S _{взм})	0,0001	- взмыва (S _{взм})	1,520
- начальная (в створе работ) (S _н)	0,00	- начальная (в створе работ) (S _н)	1950,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (S _т), г/л	0,000017565	Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (S _т), г/л	0,001
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	0,0	Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	196363,6

Рис. 3. Обобщенные статистические данные результатов проведенных расчетов по моделированию распространения и седиментации взвеси в водной среде в рамках проводимых работ

ИМПВ "Поток" 1.0		ИМПВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока			
Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	48,77	Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	47,92
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	40,14	Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	39,54
Безразмерный коэффициент N	199,60	Безразмерный коэффициент N	193,22
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,096451	Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _{max}), мм	0,021169
Предельная гидравлическая грузность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,064	Предельная гидравлическая грузность взвешиваемых частиц (i _{max}), м/с	0,043
Средняя гидравлическая грузность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,11418	Средняя гидравлическая грузность транспортируемых взвешенных частиц (i _{ср}), м/с	0,11418
Безразмерный параметр G	0,381	Безразмерный параметр G	0,571
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической грузности взвешенных частиц (E)	0,01631	Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической грузности взвешенных частиц (E)	0,01631
Гидромеханический параметр (Г)	0,12500	Гидромеханический параметр (Г)	0,12500
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток			
Действующий фронт работ (Вд), м	0,50	Действующий фронт работ (Вд), м	0,50
Расход воды, м ³ /с:		Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,0750	- через фронт работ (Qд)	0,0450
- средний в створе работ (Qср)	0,075	- средний в створе работ (Qср)	0,045
Дополнительная мутность, г/л:		Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	5,389	- взмыва (Sвзм)	2,576
- начальная (в створе работ) (Sн)	2160,00	- начальная (в створе работ) (Sн)	2160,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (Sт), г/л	0,674	Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (Sт), г/л	0,322
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	67647,1	Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	35882,4

Рис. 4. Обобщенные статистические данные результатов проведенных расчетов по моделированию распространения и седиментации взвеси в водной среде в рамках проводимых работ

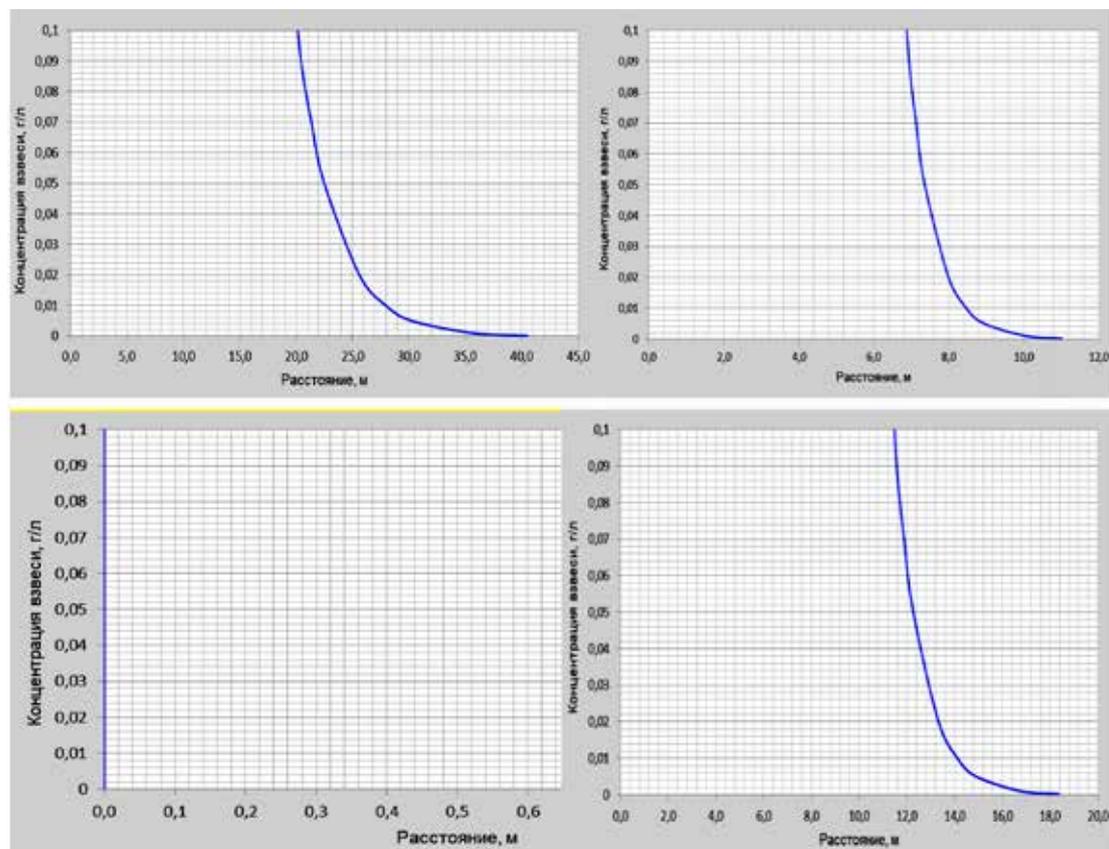


Рис. 5. Обобщенные статистические данные результатов проведенных расчетов по зависимости концентрации повышенной технологической мутности от расстояния от источника воздействия

Таблица 2

Результаты проведенных расчетов по моделированию распространения и седиментации взвеси в водной среде в рамках проводимых работ

Вид воздействия	Объемы шлейфов взвеси с повышенной концентрацией, м ³		Площади переотложения шлейфов взвеси, м ²	
	> 100 мг/л	100–20 мг/л	> 10 мм	5–10 мм
Разработка грунта при демонтаже двух шлейфов в общем объеме 610 м ³ земснарядом	0,00	0,00	0,00	0,00
Разработка грунта при демонтаже шлейфа ледостойкого основания скважин № 67, 68 в объеме 1150 м ³ земснарядом	0,00	0,00	0,00	0,00
Отсыпка грунта в подводный отвал при демонтаже шлейфов скважин № 28, 29, 31, 32 и шлейфа ледостойкого основания скважин № 67, 68 в общем объеме 1760 м ³	0,00	0,00	0,00	0,00
Разработка грунта из подводного отвала в общем объеме 1760 м ³ .	6145,59	1001,3	0,00	0,00
Обратная отсыпка грунта в траншеи, образовавшиеся после демонтажа шлейфа ледостойкого основания скважин № 67, 68 в объеме 1150 м ³	202,87	77,46	0,00	0,00
Обратная отсыпка грунта в траншеи, образовавшиеся после демонтажа двух шлейфов в объеме 610 м ³	221,55	60,25	0,00	0,00

Таблица 3

Результаты расчета вреда водным биоресурсам Бейсугского лимана

Характер негативного воздействия	Общий вред, кг		Величина вреда, кг
	Косвенный характер наносимого вреда (кормовая база)	Прямой характер наносимого вреда (ихтиофауна)	
Гибель кормовых организмов зообентоса на площадях повреждения русла	12,76	–	12,76
Гибель планктонных кормовых организмов (фитопланктон, зоопланктон), гибель ихтиопланктона (личинки на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм в зоне повышенной мутности	14,16	–	14,16
Гибель планктонных кормовых организмов (фитопланктон, зоопланктон), ихтиопланктона (личинки на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм при заборе воды из образовавшихся котлованов при работах по монтажу и демонтажу кессонов вокруг устья скважин и колонн	0,68	8,50	9,18
Гибель планктонных кормовых организмов (фитопланктон, зоопланктон), ихтиопланктона (личинки на стадии эндогенного питания) и ранней молоди рыб размерами более 12 мм при заборе воды на разбавление грунта в гидросмеси при демонтаже	15,68	194,49	210,17
Итого	43,28	202,99	246,27

Общий вред гидробионтам Бейсугского лимана от проводимых работ, используемый для определения основных видов и направлений осуществления компенсационных мероприятий с использованием приоритетных объектов искусственного воспроизводства [14, 15], составит 246,27 кг. Результаты проведенных расчетов приведены в табл. 3.

Определены основные виды и направления осуществления компенсационных мероприятий с использованием приоритетных объектов искусственного воспроизводства, рекомендованных научно-исследовательскими организациями к выпуску в водные объекты Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Для компенсации нанесенного вреда рекомендуется выращивание с последующим выпуском в акваторию Азовского моря в районе производства работ сеголеток русского осетра навеской 2,5 г в количестве 2737 экз. или сеголеток севрюги навеской 1,5 г в количестве 5185 экз.

Список литературы

1. Рабаев Р.У., Султанов Ш.Х., Чибисов А.В. Актуальные проблемы освоения мелких газовых и газоконденсатных месторождений на шельфе южных морей России // Научные проблемы в решении проблем нефтегазового комплекса: материалы X Международной молодежной научной конференции. Уфа, 2020. С. 83–86.
2. Иванов С.И. Методы и технические средства повышения эффективности эксплуатации морских газовых и газоконденсатных скважин (на примере Азово-Черноморского шельфа): автореф. дис. ... канд. техн. наук / Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. Москва, 2004.
3. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 06 мая 2020 года № 238 «Об утверждении Методики 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» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/400411500/> (дата обращения: 19.10.22).
4. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 года № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74543552/> (дата обращения: 19.10.22).
5. Денисенко О.С., Живчиков В.Г. ИМПВ «Поток» 1.0 – имитационная математическая модель для расчета распространения и седиментации технологических наносов в водотоках при определении вреда водным биологическим ресурсам // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 129. С. 563–588.
6. Денисенко О.С. Использование математического моделирования в расчетах распространения и седиментации технологических наносов в водотоках при определении вреда водным биологическим ресурсам и среде их обитания // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых исследователей. 2019. С. 66–69.
7. Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания в Азово-Кубанском рыбохозяйственном районе // Материалы учебно-методической конференции для ФГБУ «Азчеррыбвод». Ростов-на-Дону, 2015. 48 с.
8. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 1. 420 с.
9. Цалолыхин С.Я., Пржиборо А.А., Кияшко П.В., Циценкина И.Г., Березина Н.А., Иванова Л.В., Гонтарь В.И., Туманов Д.В., Курашов Е.А., Степаньянц С.Д., Богатов В.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. М. – СПб., 2016. Т. 2. Зообентос. 510 с.
10. Денисенко О.С. Биологическая мелиорация азовских лиманов Краснодарского края и возможности использования средств, полученных в качестве компенсации ущерба, нанесенного водным биологическим ресурсам // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 3. С. 34–41.
11. Карнаухов Г.И., Денисенко О.С. Перспективы развития сырьевой базы в пресноводных водоемах Юга России // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы IX Международной научно-практической конференции (Керчь, 06 октября 2017 г.). Керчь: Издательство Керченского филиала (ЮгНИРО) ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», 2017. С. 66–69.
12. Постановление Правительства РФ от 28.02.2019 № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения». [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/72190046/> (дата обращения: 19.10.22).
13. Приказ Министерства сельского хозяйства России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов». [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73223799/> (дата обращения: 19.10.22).
14. Приказ Министерства сельского хозяйства России от 30.01.2015 № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыболовных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)». [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70877984/> (дата обращения: 19.10.22).
15. Денисенко О.С. Наиболее эффективные мероприятия по возмещению вреда водным биоресурсам с учетом региональных особенностей в экосистемах Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 1. С. 58–62.