

УДК 574.58

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРНЫХ РЕК
(РЕКА ДЖУБГА, РЕКА МЗЫМТА, РЕКА ШЕПСИ, РЕКА ТУАПСЕ,
РЕКА ШАПСУХО) ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ИХ РАСЧИСТКЕ**

Денисенко О.С., Добрица К.В., Добрица М.О.

*ООО «Азово-Черноморский научный центр рыбохозяйственных исследований», Краснодар,
e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

В статье были проанализированы, структурированы и представлены результаты собственных гидробиологических исследований, а также научных данных по икhtiофауне рассматриваемых водотоков, проанализированы используемые при проектировании и планировании работ практические подходы и технические решения, представлены результаты оценки влияния работ по расчистке русел горных рек черноморского побережья Краснодарского края от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев и донных отложений с последующим формированием паводочного русла на состояние водных биоресурсов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо. На основании действующих ведомственных нормативных правовых актов Российской Федерации нами были произведены работы по расчету направлений и основных составляющих негативного воздействия на все компоненты гидро- и икhtiоценозов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо. Проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осадения взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. В процессе проведения исследований на водотоках и дальнейших расчетов нами были выявлены все виды и направления негативного воздействия на компоненты гидро- и икhtiоценозов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо, а также проработаны наиболее эффективные и целесообразные виды компенсационных мероприятий.

Ключевые слова: черноморские реки, гидробиологический мониторинг, экологический ущерб, расчистка, гидробионты, математическое моделирование, искусственное воспроизводство, компенсационные мероприятия

**HYDROBIOLOGICAL MONITORING OF MOUNTAIN RIVERS
(DZHUBGA RIVER, MZYMTA RIVER, SHEPSI RIVER, TUAPSE RIVER,
SHAPSUKHO RIVER) OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR KRAI
AND COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE
DURING THEIR CLEARING**

Denisenko O.S., Dobritsa K.V., Dobritsa M.O.

*LLC "Azov-Black Sea Scientific Center for Fisheries Research", Krasnodar,
e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

The article analyzed, structured and presented the results of their own hydrobiological studies, as well as scientific data on the ichthyofauna of the watercourses under consideration, analyzed the practical approaches and technical solutions used in the design and planning of works, presented the results of assessing the impact of work on clearing the channels of mountain rivers of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory from tree and shrub vegetation, karches, fallen trees and bottom sediments with subsequent formation of a flood channel on the state of aquatic bioresources of the rivers Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsuho. Based on the existing departmental regulatory legal acts of the Russian Federation, we have carried out work on the calculation of the directions and main components of the negative impact on all components of the hydro- and ichthyocenoses of the Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsukho rivers. Multicomponent calculations were carried out on the IMRV "Stream" 1.0 simulation model, designed to determine the parameters and indicators of the possible spread and deposition of suspensions and pollutants in watercourses, reservoirs and marine areas based on a two-dimensional mathematical model. In the process of conducting research on watercourses and further calculations, we identified all types and directions of negative impact on the components of the hydro- and ichthyocenoses of the Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsuho rivers, and also worked out the most effective and appropriate types of compensation measures.

Keywords: Black Sea rivers, hydrobiological monitoring, environmental damage, clearing, hydrobionts, mathematical modeling, artificial reproduction, compensatory measures

В результате выпадения осадков уровень воды в горных реках регулярно в течение последних лет превышает опасные отметки с образованием паводков, в результате которых происходит подтопление селитебных

территорий многочисленных населенных пунктов. Одной из причин, по которой русла рек не справляются с паводковыми водами, является их занесение наносами и зарастание древесно-кустарниковой растительностью.

В целях предупреждения возникновение негативных воздействий природных факторов на горных реках, а также для безаварийного пропуска паводковых вод и увеличения пропускной способности русел рек, в целях защиты от затопления и подтопления селитебных территорий паводковыми водами, администрациями муниципальных образований проводятся работы по расчистке и дноуглублению отдельных участков русел рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо с привлечением специализированной организации.

Осуществление предлагаемых мероприятий позволит упорядочить русловой процесс на проблемных участках указанных водотоков, увеличить пропускную способность русел, снизить динамическую нагрузку на берега рек, улучшить условия прохождения объектов инфраструктуры и прилегающих территорий санаторно-курортной зоны Черноморского побережья Краснодарского края. Стратегической целью расчистки русел рек является улучшение состояния водных экосистем, сохранение биоразнообразия и биоресурсов в целом, повышение качества водных ресурсов.

Цель исследования – оценка комплексного экологического ущерба при работах по расчистке горных рек (Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо) Черноморского побережья Краснодарского края от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев и донных отложений с последующим формированием паводочного русла, оценка воздействия дноуглубительных работ на окружающую среду, планирование и реализация комплекса мероприятий по снижению и предотвращению антропогенного воздействия на экосистемы водотоков.

Материалы и методы исследования

В качестве основных методических основ и подходов при проведении исследований нами были использованы основополагающие законодательные акты и научные подходы [1–3].

Исходные сведения и показатели по гидробиологическим и ихтиологическим параметрам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо были получены прежде всего из собственных материалов и фондовых данных, зарегистрированных Федеральной службой по интеллектуальной собственности в виде базы данных, охраняемой авторскими правами: «База данных показателей современного состояния гидробиологических сообществ фитопланктона, зоопланктона и зообентоса водных объектов Азо-

во-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов» [4] и «База данных современного видового состава ихтиофауны и пространственного распределения ихтиопланктона, молоди и взрослых особей рыб в пресноводных водных объектах Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов» [5].

Проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осадения технологических взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. Подробное описание основных возможностей модели, на основе которой разработана программа ИМРВ «Поток» 1.0, можно найти в работах [6, 7].

При планировании и осуществлении исследований нами были использованы методики и определители [8–10]. Отметки уровней воды 5% и 1% обеспеченности приняты по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий и расчетов. Параметры проектируемых русел рек для увеличения пропускной способности рассчитаны на основании кривой расходов воды гидравлическим методом по формуле Шези – Железнякова, справедливой в большом диапазоне глубин потока и коэффициентов шероховатости.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования гидробиологических параметров рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо проводились нами в период подготовки проектных материалов с целью максимально объективной оценки актуального состояния естественной кормовой базы рыб и оценки антропогенного влияния на состояние и динамику развития всех компонентов гидро- и ихтиоценозов рассматриваемых водотоков [11–13].

Фитопланктонное сообщество горных рек из-за малых глубин и достаточно высоких скоростей течения отличается невысокой степенью разнообразия и включает четыре отдела водорослей – синезеленые (*Cyanophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), золотистые (*Chrysophyta*) и диатомовые (*Bacillariophyta*).

Обычно в водотоках по количеству доминируют диатомовые водоросли – до 80%, по биомассе – диатомовые (до 50%) и золотистые (40%). Субдоминирующее положение в фитопланктонном сообществе рек по количеству занимают зеленые водо-

росли, что свидетельствует о поступлении в нее с суши достаточно большого количества биогенов.

Для сезонной динамики развития фитопланктона рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо характерно увеличение его численности и биомассы от весеннего периода к осеннему. Описанный характер сезонной динамики развития планктонных микроводорослей связан с прогревом воды и накоплением к сентябрю-октябрю в реке биогенов из-за некоторого уменьшения водности и проточности, а также увеличения рекреационной нагрузки.

В целом по показателям развития фитопланктона реки Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, как и большинство других рек черноморского побережья Северо-Западного Кавказа, могут быть отнесены к олиготрофным (малокормным) водным объектам (табл. 1).

Таблица 1

Показатели развития фитопланктонного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Численность, млн кл./м ³	Биомасса, мг/м ³
Река Джубга	8,15	25,0
Река Мзымта	276,4	182,3
Рек Шепси	25,48	32,07
Река Туапсе	9,02	30,1
Река Шапсухо	10,01	130,7

Зоопланктонное сообщество горных рек в плане структурной организации включает две группы беспозвоночных: формы, проводящие весь свой активный период жизненного цикла в толще воды, а также формы, находящиеся в толще воды на одном из этапов развития (табл. 2).

Таблица 2

Показатели развития зоопланктонного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Численность, тыс. экз./м ³	Биомасса, мг/м ³
Река Джубга	17,52	530,00
Река Мзымта	10,70	380,00
Рек Шепси	2,12	189,70
Река Туапсе	1,56	17,90
Река Шапсухо	1,90	3,30

Облигатные представители зоопланктона включают коловраток (*Rotatoria*), ветви-

стоусых (*Cladocera*) и веслоногих (*Copepoda*) ракообразных.

Факультативный компонент (группа «Прочие») более разнообразен. Он включает молодь двустворчатых ракообразных – остракод (*Ostracoda*), пелагических личинок комаров (*Nematocera*) из семейства кровососущие комары *Culicidae*, молодь малощетинковых червей – олигохет (*Oligochaeta*), личинок амфибиотических насекомых (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Diptera*). Доминирующей группой в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по численности являются коловратки, по биомассе – ветвистоусые ракообразные.

Временная динамика развития зоопланктона в рассматриваемых водотоках заключается в возрастании от весеннего (май) к осеннему (сентябрь) периоду и численности, и биомассы организмов.

Зообентосное сообщество рассматриваемых водотоков характеризуется развитием и существованием на протяжении всего жизненного цикла в условиях высоких скоростей течения, сезонного колебаний уровня воды, а также большого количества аллохтонного органического вещества, приносимого с суши, что способствует развитию в реках различных видов биотопов, приспособленных для обитания зообентосных сообществ (табл. 3).

Поэтому зообентосное сообщество рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо достаточно разнообразно. Этот факт связан с наличием в водотоке течения, обеспечивающего хорошую перемешиваемость вод и насыщаемость их кислородом. На участках с каменистым грунтом развиваются литофильные донные биоценозы, песчаным – псаммофильные.

Таблица 3

Показатели развития зообентосного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Группа	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Река Джубга	442	8,78
Река Мзымта	128	2,07
Рек Шепси	137	1,81
Река Туапсе	157	3,72
Река Шапсухо	419,8	14,30

В ней обитают представители пяти типов зообентоса – плоские, круглые и кольчатые черви, моллюски и членистоногие. Общее разнообразие зообентоса в отдельных водотоках составляет свыше 28 видов донных беспозвоночных.

По мере продвижения от верхнего течения рек к нижнему исчезают некоторые реофильные виды и появляются лимнофильные, менее требовательные к качеству воды. Так, в нижнем течении рек отсутствуют веснянки, ряд видов ручейников, плоские черви, но в заметном количестве развиваются нематоды, олигохеты и пиявки.

Наиболее массового развития в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по численности достигают личинки двукрылых. Субдоминируют личинки ручейников и поденок. По биомассе доминируют личинки ручейников и поденок. Личинки двукрылых, несмотря на высокую численность, из-за малых индивидуальных размеров характеризуются низкими значениями биомассы.

Рыбохозяйственная категория водных объектов

Реки Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо согласно Постановлению Правительства РФ от 28 февраля 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» и Приказу Министерства сельского хозяйства России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов» отнесены к водным объектам высшей категории рыбохозяйственного значения [14, 15].

Собственная ихтиофауна в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо представлена в основном типичными видами для горных рек: это усач кубанский *Barbus tauricus kubanicus*, подуст колхидский *Chondrostoma colchicum*, голавль *Leuciscus cephalus* и др. В верховьях рек отмечено наличие жилой формы черноморской кумжи – ручьевой форели (*Salmo trutta labrax*). Из малоценных, непромысловых видов встречаются длинноусый пескарь, бычки двух видов, кубанская быстрянка, щиповка.

В целом ядро видового состава ихтиофауны рек представлено основными 12 видами рыб:

Сем. карповые (Cyprinidae): кубанская быстрянка (*Alburnoides kubanicus*), елец афипский (*Leuciscus aphipsi*), северокавказский пескарь (*Romanogobio pentatrichus*), рыбец обыкновенный (*Vimba vimba vimba*), шемая черноморско-азовская (*Chalcaburnus chalcoides mento*), голавль (*Leuciscus cephalus*), подуст колхидский (*Chondrostoma colchicum*), усач кубанский (*Barbus tauricus kubanicus*).

Сем. вьюновые (Cobitidae): щиповка переднеазиатская (*Cobitus aurata*)

Сем. бычковые (Gobiidae) – бычок-песочник (*N. fluviatilis*), бычок-пущик (*Proterorhinus marmoratus*).

Сем. лососевые – жилая форма черноморской кумжи – ручьевая форель (*Salmo trutta labrax*).

По характеру откладывания икры (местам нереста) в ихтиофауне рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо выделяют несколько групп: фитофилы, остракофилы, литофилы, пелагофилы, псаммофилы. Фитофилы нерестятся на растительный субстрат, остракофилы – в раковины живых двусторчатых моллюсков, литофилы – на каменистый грунт, пелагофилы – в толщу воды, псаммофилы – на песок.

Технологические особенности производства работ

При рекогносцировочном обследовании и в результате технических проработок были определены участки первоочередных мероприятий по расчистке рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо. Выделение указанных участков обуславливалось тем, что отложение больших объемов наносов значительно снижает сечение русла реки, ведет к уменьшению его пропускной способности, что может послужить причиной подтопления прилегающих территорий, на которых находятся объекты инфраструктуры прилегающих населенных пунктов.

Исходя из возможности беспрепятственно пропускать возможные паводки, работы по расчистке русел рек целесообразно выполнять с конца участка, поднимаясь вверх по течению. При выполнении работ целесообразно выделить следующие этапы:

I этап. Очистка русел рек на каждом участке расчистки от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев.

II этап. Разработка донных отложений и выполнение паводочных русел рек с заложением откосов 1:2 или 1:3.

Основные работы по расчистке русел необходимо выполнять в меженный период при низких горизонтах воды. Поскольку работы в русле реки не допускаются выполнять в период нереста рыбы, в это время необходимо выполнить все подготовительные работы с тем, чтобы с окончанием периода нереста рыбы приступить к работам в русле рек при меженных расходах воды.

Разработка грунта под проектные русла производится экскаватором с погрузкой в автосамосвалы и дальнейшей транспортировкой к месту складирования. После разгрузки автосамосвалов отвал грунта разравнивается бульдозером.

Таблица 4

Основные характеристики при расчистке рек
Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Река Джубга	Река Шепси	Река Туапсе	Река Шапсухо	Река Мзымта
1	Общая протяженность участков расчистки реки	км	0,85	3,65	1,1	1,15	2,0
2	Пропускная способность русла реки после расчистки						
	– при паводках 1% обеспеченности	м ³ /с	809	748	2269	748	728
	– при паводках 5% обеспеченности	м ³ /с	603	582	1885	558	594
3	Ширина по дну	м	от 14 до 24	от 30 до 40	от 30 до 81	от 16 до 44	90,0
4	Заложение откосов		1:2	1:3	1:3	1:3	1:3
5	Объем выемки						
	– сухой грунт	м ³	15 885,0	122571,0	35 943,0	18 475,0	68 761,0
	– влажный грунт	м ³	6 550,0	9 225,0	29 922,0	14 009,0	221 700,0
	Общий объем земляных работ	м ³	22 435,0	131796,0	65 865,0	32 484,0	290 461,0
6	Продолжительность производства работ	мес.	4,1	14,0	6,3	4,6	19,5

Грунт, вынутый при расчистке русел рек, в полном объеме вывозится на площадку складирования по согласованию с местной администрацией, которая размещается за пределами прибрежной защитной полосы водного объекта.

Перед проведением работ в руслах рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо подрядной организации необходимо заключить договор с ФГБУ «Специализированный центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды Черного и Азовского морей» (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ»), для получения информации, касающейся погодных условий, так как на горных реках ливневые паводки формируются очень быстро, и при появлении признаков надвигающегося дождя или получения информации о неблагоприятной метеобстановке необходимо в кратчайшие сроки покинуть участок производства работ в русле реки, вывести технику из русла, обеспечить максимально быстрый выход людей из зоны возможного затопления.

Дноуглубительные работы, связанные с изменением дна и берегов поверхностных водных объектов, за исключением случаев, предусмотренных частью 2 статьи 47 Водного кодекса Российской Федерации (п. 7 ст. 11 Водного кодекса Российской Федерации) должны проводиться на основании решения о предоставлении водного объекта в пользование.

Основные характеристики при расчистке рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо приведены в табл. 4.

Сформированное паводковое русло рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо должно плавно стыковаться с выше и ниже лежащими участками русла, а по всей длине участка необходимо провести комплекс работ по ликвидации скоплений карчей, поваленных деревьев, осередов и побочней.

После окончания работ по расчистке русла участков рек демонтируется производственная площадка, твердые бытовые отходы вывозятся на полигон ТБО, проводятся эколого-восстановительные работы (посев травы) на используемой производственной площадке и площадке для складирования изымаемого грунта.

В процессе работ нами были проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осаждения взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. Для расчетов используется двумерная (усредненная по глубине) модель, полученная из трехмерного уравнения конвекции-диффузии плотности взвеси ϕ , так как в данном случае использование трехмерного численного моделирования для решения задач переноса взвеси неоправданно

в связи с тем, что размер ареала распространения взвеси существенно превышает глубину и отсутствует детальная информация о вертикальных распределениях параметров водного потока. При проведении расчетов накапливаются данные для вычисления интегральных параметров.

Поступившая в воду взвесь при проведении работ на водотоках непременно будет переноситься течением по направлению русла сверху вниз и одновременно под воздействием силы тяжести с различной степенью интенсивности опускаться на дно. В дальней зоне концентрация взвеси уменьшается за счет процесса турбулентного перемешивания и в результате осаждения твердых фракций. При этом взвешенные вещества рассматриваются как не влияющая на фоновое поле скорости жидкости примесь, перенос которой определяется лишь заданной величиной скорости течения и интенсивностью турбулентной диффузии. В дальней зоне применим принцип суперпозиции. Последнее означает, что распространение взвеси можно представить в виде движения совокупности отдельных не взаимодействующих облаков взвеси, образованных частицами разных размеров. Эти облака движутся сквозь водную толщу под воздействием местных течений и осаждаются на дно. В процессе движения они увеличиваются в размере за счет горизонтальной турбулентной диффузии, а концентрация взвешенных веществ в них падает. Концентрацию взвеси в произвольной точке при этом будем определять в виде суммы концентраций пассивной примеси в отдельных облаках, включающих данную точку в рассматриваемый момент времени. Для проведения разработки грунта в руслах рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо используется экскаватор с объемом ковша $1,5 \text{ м}^3$ производительностью $0,015 \text{ м}^3/\text{с}$.

Восстановление донных сообществ после проведения работ и выпадения на дно мелкодисперсной взвеси происходит достаточно медленно с обязательным изменением трофической структуры биоценозов, прежде всего связанной с уменьшением видового состава, биомассы, сменой доминирующих и субдоминирующих групп зообентоса. При этом, в соответствии с научными данными, восстановление донного биоценоза происходит не ранее чем через три года после прекращения негативного воздействия.

Превышение над фоновыми показателями концентраций привнесенных извне взвешенных веществ также крайне опасно для планктонных сообществ, под воздей-

ствием которых происходят аналогичные описанным выше изменения в структуре биоценозов.

Гранулометрический состав разрабатываемых естественных грунтов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по результатам инженерно-геологических изысканий показывает, что для всех водотоков плотность разрабатываемых в руслах рек грунтов составляет от $1,85$ до $2,16 \text{ кг}/\text{м}^3$, преобладающей фракцией является размерная группа от 5 до 20 мм .

Количественные характеристики можно получить лишь с помощью численной математической модели русловых процессов. Для такой модели, реализованной в программе ИМРВ «Поток» 1.0, в качестве исходных данных задаются меженные расходы и глубины, а также параметры продольного и поперечного профиля русла и распределения скоростей потока по ширине и длине рек. Для расчета скоростей потока используется зависимость скорости основного потока от глубины и перепадов глубин. В результате имеются все морфометрические и гидрологические характеристики водотоков, необходимые для последующего моделирования с помощью программы ИМРВ «Поток» 1.0.

Анализ отображаемых в процессе моделирования числовых значений, карт и графиков позволяет заключить, что при принятых для моделирования исходных данных о морфометрических характеристиках и гидрологическом режиме рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, гранулометрическом составе и источниках поступления взвеси, подтверждено наличие повышенной (по сравнению с фоновыми концентрациями) технологической мутности, параметры которой приведены на рисунке и в табл. 5.

Разработка грунта из-под воды экскаваторами приведет также к негативному воздействию на водные биоресурсы в части повреждения площадей для нагула рыб и русловых площадей нереста литофильных видов рыб.

На поврежденных в период работ участках русла рек произойдет 100% гибель бентосных кормовых организмов. Восстановление бентосных организмов русла рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо произойдет в течение трех лет.

Учитывая гидрологические характеристики рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, отсутствие субстрата для нереста рыб, а также отсутствие в составе ихтиофауны рек фитофильных видов рыб, в месте производства работ отсутствуют пойменные и русловые нерестилища.

ИМРВ "Поток" 1.0

Расчет гидравлических параметров водотока

Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	17,72
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	18,40
Безразмерный коэффициент N	33,24
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _m), мм	0,18361619911
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u _{max}), м/с	0,167
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u _c), м/с	0,40766
Безразмерный параметр G	1,274
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001346
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033

Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток

Действующий фронт работ (Вд), м	0,20
Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,0218
- средний в створе работ (Qв)	1,741
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	1,5018
- начальная (в створе работ) (Sн)	2160,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,000495610
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1450,0

ИМРВ "Поток" 1.0

Расчет гидравлических параметров водотока

Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	18,72
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,10
Безразмерный коэффициент N	36,47
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _m), мм	0,197531
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u _{max}), м/с	0,119
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u _c), м/с	0,00692
Безразмерный параметр G	0,029
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0024
Гидромеханический параметр (Г)	0,254

Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток

Действующий фронт работ (Вд), м	3,00
Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,0720
- средний в створе работ (Qв)	0,120
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	3,151
- начальная (в створе работ) (Sн)	366,30
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,800
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	5000,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	26,25
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	24,38
Безразмерный коэффициент N	65,25
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _м), мм	0,12240423124
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u _{мзк}), м/с	0,186
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u _с), м/с	0,33974
Безразмерный параметр G	0,679
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001121
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Qд)	1,5200
- средний в створе работ (Qв)	50,768
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	0,8048
- начальная (в створе работ) (Sн)	219,95
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,000265598
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1006428,6

ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), м ^{1/2} /с	18,94
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,26
Безразмерный коэффициент N	37,19
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d _м), мм	155,17951722298
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u _{мзк}), м/с	0,935
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u _с), м/с	0,35283
Безразмерный параметр G	0,186
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001165
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м ³ /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,9500
- средний в створе работ (Qв)	19,000
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	40,2716
- начальная (в створе работ) (Sн)	368,53
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,013289639
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1994800,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	18,94
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,26
Безразмерный коэффициент N	37,19
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d_m), мм	155,17951722298
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ($u_{m_{gr}}$), м/с	0,935
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u_c), м/с	0,35283
Безразмерный параметр G	0,186
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001165
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, m^3/c :	
- через фронт работ (Qд)	0,9500
- средний в створе работ (Qв)	19,000
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	40,2716
- начальная (в створе работ) (Sн)	368,53
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,013289639
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1994800,0

ИМРВ "Поток" 1.0	
Расчет гидравлических параметров водотока	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	24,31
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	23,02
Безразмерный коэффициент N	57,08
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d_m), мм	20,455378
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ($u_{m_{gr}}$), м/с	0,615
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u_c), м/с	0,31386
Безразмерный параметр G	0,202
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0006
Гидромеханический параметр (Г)	0,002
Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, m^3/c :	
- через фронт работ (Qд)	2,6040
- средний в створе работ (Qв)	96,687
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	12,243
- начальная (в створе работ) (Sн)	134,79
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,024
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	596000,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

Таблица 5

Результаты расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

Вид воздействия	Объемы шлейфов взвеси с повышенной концентрацией, м ³		Площади переотложения шлейфов взвеси, м ²		Время существования областей шлейфа, с	
	> 100 мг/л	100–20 мг/л	> 10 мм	5–10 мм	> 100 мг/л	100–20 мг/л
Расчистка русла реки Джубга	1288,0	8846,0	0,0	126,5	1254800	1445278
Расчистка русла реки Мзымта	8842,6	12258,2	0,0	1884,2	1824022	2101002
Расчистка русла реки Шепси	2244,8	3202,0	0,0	222,3	1125456	1298006
Расчистка русла реки Туапсе	4404,1	6988,4	0,0	1088,8	1456800	1822236
Расчистка русла реки Шапсухо	1882,6	2996,3	0,0	322,4	1022588	1188526

Таблица 6

Результаты расчета вреда водным биоресурсам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Общий вред, кг		Величина вреда, кг	Количество сеглеток черноморской кумжи (черноморского лосося) средней навеской не менее 3,0 г, необходимых для компенсации нанесенного вреда, шт.
	Косвенный характер наносимого вреда (кормовая база)	Прямой характер наносимого вреда (ихтиофауна)		
Река Джубга	84,67	147,45	232,12	13264
Река Мзымта	791,84	733,41	1525,25	87158
Река Шепси	43,28	202,99	246,27	9910
Река Туапсе	180,25	235,11	415,36	23735
Река Шапсухо	169,14	454,85	623,99	35657
Итого	1269,18	1773,81	3042,99	169724

Литофильные виды рыб на пойменных участках в соответствии с их биологическими особенностями никогда не нерестятся, соответственно вред водным биоресурсам от повреждения пойменных и русловых нерестилищ литофильных видов рыб не рассчитывается.

При этом на расчищаемых участках рек присутствуют русловые нерестилища для литофильных видов рыб, что связано со сложившимся гидрологическим режимом и морфологией русла рек, незначительными глубинами и наличием плесов. Рыбопродуктивность русловых нерестилищ рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо оценивается на уровне 0,005 т/га.

Разработку грунта из-под воды предусматривается производить в посленерестовый период, когда в водотоках отсутствуют икра, личинки и ранняя молодь рыб. 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. Таким образом, расчет вреда от гибели икры, личинок и ранней молоди рыб, а также взрослых особей рыб не производится.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в ходе намечаемой хозяйственной деятельности, несмотря на предусмотренный разработчиками проектной документации комплекс технологических и природоохранных решений, наблюдается косвенное (гибель и снижение продуктивности кормовых организмов) негативное воздействие на водные биоресурсы рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо.

Общий вред от проводимых в рамках проекта работ будет складываться из следующих видов негативного воздействия:

– механическое воздействие на участке расчистки русла, сопровождаемое уничтожением донных биоценозов (зообентоса) рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– механическое воздействие на участке расчистки русла, сопровождаемое уничтожением площадей русловых нерестилищ литофильных видов рыб рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в шлейфах взвеси при работах в русле рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в водогрунтовой смеси при извлечении грунта из-под воды ковшом экскаватора;

– повреждение поверхности водосборного бассейна рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, приводящее к снижению рыбопродуктивности в результате сокращения (перераспределения) стока.

Общий вред гидробионтам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо от проводимых работ приведен в табл. 6.

Заключение

К мерам по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания отнесен производственный экологический контроль влияния осуществляемой деятельности на состояние водных биоресурсов и среды их обитания. Непосредственному исполнителю работ в рамках проектной документации рекомендуется разработка и утверждение Программы производственного экологического контроля влияния осуществляемой деятельности на состояние водных биоресурсов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо и среды их обитания в месте осуществления деятельности с последующей реализацией запланированных мероприятий.

Проектной документацией предусмотрено введение ограничений на проведение работ во время нереста общей продолжительностью 4 месяца, в том числе запрет на проведение работ в период нереста как весенне-нерестующих видов рыб (2 месяца), так и осенне-нерестующих видов рыб (2 месяца).

Список литературы

1. 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: 19.03.2023).

2. 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: 19.03.2023).

3. Белоусов А.Н., Яковлев С.В. Система требований к организации и осуществлению мероприятий по сохранению биологического разнообразия, водных биоресурсов и среды их обитания в целях возмещения вреда при реализации плановой хозяйственной деятельности // Грани познания. 2015. № 4 (38). С. 52–57.

4. Денисенко О.С., Добрица К.В. База данных показателей современного состояния гидробиологических сообществ фитопланктона, зоопланктона и зообентоса водных объектов Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов. Свидетельство о регистрации базы данных. Номер регистрации (свидетельства): 2022623382. Дата регистрации: 12.12.2022.

5. Денисенко О.С., Добрица К.В., Добрица М.О. База данных современного видового состава ихтиофауны и пространственного распределения ихтиопланктона, молоди и взрослых особей рыб в пресноводных водных объектах Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов. Свидетельство о регистрации базы данных. 2022. Номер регистрации (свидетельства): 2022623888. Дата регистрации: 29.01.2023.

6. 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.

7. 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 // В сборнике: Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых исследователей. 2019. С. 66–69.

8. 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.

9. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 1. 420 с.

10. Цалолихин 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., Солдагенко Е.В., Винарский М.В. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. Москва, СПб., 2016. Т. 2. Зообентос. 510 с.

11. Карнаухов Г.И. Биоценозы малых рек Краснодарского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 10–1 (100). С. 71–79.

12. Карнаухов Г.И. Биоценозы некоторых черноморских рек // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 4–1 (82). С. 82–85.

13. Карнаухов Г.И. Оценка биоразнообразия ихтиофауны некоторых водоемов юга России // В сборнике: Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 175–182.

14. 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: 19.03.2023).

15. 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: 19.03.2023).