

Денисенко Олег Сергеевич, Добрица Матвей Олегович,  
ООО «Азово-Черноморский научный центр рыбохозяйственных исследований»  
Denisenko Oleg Sergeevich, Dobritsa Matvey Olegovich,  
JSC «Azovo-Chernomorsky Scientific Center of Fishery Researches»

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ  
(РЕКА УРУП, РЕКА КУВА, РЕКА АРГОШ, РЕКА СЛАДКАЯ, РЕКА МОКРАЯ  
РОГОЖКА) И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА  
ПРИ РАСЧИСТКЕ РЕКИ АРГОШ, РЕКИ КУВА И РЕКИ МОКРАЯ РОГОЖКА  
HYDROBIOLOGICAL MONITORING OF THE RIVERS OF THE KUBAN RIVER BASIN  
(URUP RIVER, KUVA RIVER, ARGOSH RIVER, SWEET RIVER, WET MATTING  
RIVER) AND A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE  
DURING THE CLEARING OF THE ARGOSH RIVER, THE KUVA RIVER  
AND THE WET MATTING RIVER**

**Аннотация.** В статье были проанализированы, структурированы и представлены результаты собственных гидробиологических исследований на реках бассейна реки Кубань (река Уруп, река Кува, река Аргош, река Сладкая, река Мокрая Рогожка), а также проанализированы используемые при проектировании и планировании работ практические подходы и технические решения, представлены результаты оценки влияния работ по расчистке русел реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка на состояние водных биоресурсов и среды их обитания.

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 ихтиоценозов реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка. 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.

В процессе проведения исследований на водотоках и дальнейших расчетов нами были выявлены все виды и направления негативного воздействия на компоненты гидро- и ихтиоценозов реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка, а также проработаны наиболее эффективные и целесообразные виды компенсационных мероприятий.

**Abstract.** The article analyzes, structures and presents the results of our own hydrobiological studies on the rivers of the Kuban River basin (Urup River, Kuva River, Argosh River, Sweet River, Wet Matting River), as well as analyzes the practical approaches and technical solutions used in the design and planning of works, presents the results of assessing the impact of work on clearing the Argosh river beds, the Kuva River and the Wet Matting River on the state of aquatic biological resources and their habitat.

Based on the current departmental regulatory legal acts of the Russian Federation, we carried out work on calculating the directions and main components of the negative impact on all components of the hydro- and ichthyocenoses of the Argosh River, the Kuva River and the Wet Matting River. 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.

In the process of conducting research on watercourses and further calculations, we identified all types and directions of negative effects on the components of the hydro- and ichthyocenoses of the Argosh River, the Kuva River and the Wet Matting River, and also worked out the most effective and appropriate types of compensation measures.

**Ключевые слова:** фитопланктон, зоопланктон, зообентос, видовой состав, численность, биомасса, сезонная динамика.

**Keywords:** phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, species composition, abundance, biomass, seasonal dynamics.



## **Материал и методы исследований**

Для сбора и обработки проб, а также определения таксономической принадлежности и биомассы гидробионтов были использованы стандартные методики [1-3].

Всего за период работ было отобрано и обработано 180 гидробиологических проб (фитопланктон – 60, зоопланктон – 60, зообентос – 60).

Отбор проб фитопланктона осуществлялся с использованием батометра Молчанова. Полученные пробы переливали в пластиковые ёмкости объёмом 1,5 л и фиксировали 40 % формальдегидом до достижения им 2 % концентрации. Камеральную обработку проб проводили после их отстаивания с целью обеспечения полного оседания клеток. Подсчёт водорослевых клеток проводили в камере Нажотта с последующим пересчётом их численности на 1 м<sup>3</sup>. Определение биомассы водорослей осуществляли с помощью объёмно-весового метода.

Отбор проб зоопланктона проводили стандартным сетным методом, сетью Апштейна с диаметром входного отверстия 38 см и ячейёй фильтрующего сита №80 путём процеживания 100 л воды. После процеживания пробы переливали в пластиковые ёмкости объёмом 0,5 л. Полученный слив объединяли с ранее взятой пробой и фиксировали 40 % раствором формальдегида до достижения концентрации его в пробе 4 %. Камеральную обработку зоопланктонных проб осуществляли по счетно-весовой методике. Перед обработкой проб проводили их сгущение. Этот способ позволил учесть абсолютно все зоопланктонные организмы, находящиеся в пробе. Просмотр проб осуществляли с помощью стереоскопического микроскопа в камере Богорова.

Исследование таксономического состава и количественного развития зообентоса проводили по методу Шредера-Жакина. Для удобства определения площади сбора, отбор проб зообентоса по методу Шредера-Жакина. Фиксация организмов зообентоса осуществлялась в 70-градусном спирте, взвешивание проводили с помощью электронных весов с дальнейшим пересчётом численность и биомассу организмов на 1 м<sup>2</sup>.

Отметки уровней воды 5% и 1% обеспеченности приняты по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий и расчетов. Параметры проектируемых русла 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 гидробиологических исследований**

Актуальность исследований в условиях ежегодно возрастающей антропогенной нагрузкой на водные экосистемы обусловлена недостаточным количеством или полным отсутствием современных данных о состоянии и развитии гидробиологических компонентов водных экосистем, основными составляющими которых являются представители сообществ фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Проведение исследований обусловлено необходимостью наличия актуальных данных для объективной оценки состояния гидробиологических сообществ в целях проведения оценки воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания.

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 территории 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 возникновения 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 Аргош, Кува и Мокрая Рогожка. Работы также проводятся в водоохранной зоне реки Уруп и реки Сладкая.



Осуществление предлагаемых мероприятий позволит упорядочить русловой процесс на проблемных участках указанных водотоках, увеличить пропускную способность русел, снизить динамическую нагрузку на берега рек, улучшить условия прохождения паводков, что снизит угрозу затопления объектов инфраструктуры и прилегающих территорий.

### **Река Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и река Сладкая**

Комплекс кормовых организмов реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая идентичен по своим качественным и количественным показателям. Гидробиологический ценоз относительно беден, как по видовому составу, так и по биомассе кормовых гидробионтов.

#### *Водная и прибрежно-водная растительность.*

Водные и прибрежно-водные макрофиты в районе намечаемой хозяйственной деятельности практически отсутствуют. Такая ситуация является типичной для горных рек с выраженным паводковым режимом.

#### *Фитопланктон.*

Фитопланктон реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая, как и в других горных реках, весьма беден в видовом отношении. Это обуславливается низким количеством минеральных веществ в водной толще и горным характером реки, низким температурным фоном.

Фитопланктон в месте осуществления работ представлен 10 видами, относящихся к трем группам: зеленые, диатомовые и эвгленовые. Биомасса водорослей и их численность были незначительны. По численности и биомассе на протяжении вегетационного периода преобладали диатомовые водоросли.

Наибольшей численности на протяжении большей части года достигают холодолюбивые формы диатомовых водорослей, из которых чаще других встречались *Diatoma elongate*, *Synedra vaucheria*, *S. uina*, *Tabellaria sp.*, *Eunotia robusta*, *E. arcus* и др. Единично были представлены пирифитовые – *Peridinium sp.*

В развитии диатомовых водорослей прослеживается довольно чёткая тенденция к увеличению биомасс с понижением температур воды. Биомасса более теплолюбивых видов зелёных и сине-зелёных водорослей находится на весьма низком уровне.

Максимальное развитие фитопланктона отмечено в летнее время в период максимального прогрева воды (средняя биомасса 0,238 г/м<sup>3</sup>). Среднегодовая биомасса в реке Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реке Сладкая находится на уровне 0,048 г/м<sup>3</sup> при численности около 71,8 млн кл./м<sup>3</sup>.

Особо охраняемые виды, внесённые в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе фитопланктона реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая в месте проведения работ отсутствуют.

#### *Зоопланктон*

Зоопланктон представлен облигатно-планктическими формами, весь активный период жизненного цикла которых проходит в толще воды, а также временными компонентами, присутствие которых особенно существенно в быстротекущих горных реках. Это связано с тем, что распространение типично планктонных организмов в реках с высокой скоростью течения ограничено определенными участками (заводи, старицы), но благодаря мощному течению в толщу воды с камней постоянно смываются представители зообентосной эмифауны, а некоторые личинки амфибиотических насекомых (ручейники и др.) используют водотоки для перемещения по течению реки.

Из планктонных животных первыми в начале вегетационного периода начинают появляться коловратки (Rotatoria). Однако их численность и биомасса очень малы. По мере прогрева воды на руководящие роли выходят ветвистоусые ракообразные (Cladocera). Их относительные численность и биомассы могут достигать 80–90 %. Численность и биомасса веслоногих ракообразных (Copepoda) всегда меньше, чем ветвистоусых. Однако суммарная численность науплиусов и копеподитов веслоногих ракообразных может приближаться к



таковой ветвистоусых рачков. Коловратки (*Rotatoria*) представлены одним видом – *Notholcasp.*, веслоногие (*Copepoda*) представлены одним видом *Cyclopssp.* с их ювинильными стадиями (*Nauplii* и *Copepodit*).

Среднегодовые значения биомассы зоопланктона в реке Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реке Сладкая составляет 0,099 г/м<sup>3</sup> при численности 41,2 тыс. шт./м<sup>3</sup>.

Особо охраняемые виды, внесённые в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зоопланктона реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая в месте проведения работ отсутствуют.

#### *Зообентос*

Одним из важнейших компонентов кормовой базы горных рек является бентос, который носит на себе отпечаток особенностей гидрологического режима водоёма: а именно, наличие высокой проточности, вследствие чего он представлен, в основном, видами-реофилами.

Фаунообразующим ядром биоценозов являются представители класса насекомых (Insecta), которые составляют около 70 %. На долю моллюсков, ракообразных и червей приходится около 30 % видового разнообразия.

Насекомые в составе бентоса были представлены личиночными стадиями: поденок (*Ecdionurus venosus*, *Baetidae sp.*, *Centochironomus*), веснянок (*Perlasp.*, *Geoff*), ручейников (*Potomophylax stellatus*, *Polycentropodidae sp.*), хирономид из рода *Cryptochironomus*. Наибольшее развитие получили личинки подёнок, ручейников, веснянок и двукрылых.

Возрастание значений биомассы наблюдается от весны к осени. Среднегодовые значения биомассы бентоса реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая составляет 4,191 г/м<sup>2</sup>, достигая в летний период до 8,297 г/м<sup>2</sup>, в осенне-зимний период не превышает 0,302 г/м<sup>2</sup>.

Особо охраняемые виды, внесённые в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зообентоса реки Мокрая Рогожка (балка Рогожка) и реки Сладкая в месте проведения работ отсутствуют.

### **Река Аргош**

#### *Водная и прибрежно-водная растительность.*

Водные и прибрежно-водные макрофиты в районе намечаемой хозяйственной деятельности практически отсутствуют. Такая ситуация является типичной для горных рек с выраженным паводковым режимом.

#### *Фитопланктон.*

Фитопланктон данного участка реки, как и в других горных реках, весьма беден в видовом отношении. Это обуславливается низким количеством минеральных веществ в водной толще и горным характером реки, низким температурным фоном. Вегетационный период в развитии фитопланктона длится с середины марта до конца октября. Но отдельные виды водорослей, преимущественно диатомовые, могут интенсивно вегетировать и в холодное время года – с ноября по март. В их развитии прослеживается довольно чёткая тенденция к увеличению биомассы с понижением температуры воды до 10–12 °С и менее.

Фитопланктон р. Аргош насчитывает всего 18 видов водорослей, относящихся к 4 типам: сине-зеленые - 3, зеленые - 4, диатомовые - 8, эвгленовые – 2, пиррофитовые - 1 вида. Основу весеннего фитопланктона составляют диатомовые водоросли, предпочитающие более низкие температуры и выдерживающие относительно низкие температуры воды. В летнем фитопланктоне преобладают зеленые и сине-зеленые водоросли, в осеннем - вновь диатомовые.

Среднегодовая численность обнаруженных водорослей реки Аргош составляет 120 тыс. шт./м<sup>3</sup>, биомасса - 0,04 г/м<sup>3</sup>.

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



### *Зоопланктон.*

*Зоопланктонные сообщества в плане структурной организации обычно представляют собой сложную совокупность составляющих их видов. В них входят как облигатно-планктические формы, весь активный период жизненного цикла которых проходит в толще воды (т. н. «истинный зоопланктон»), так и временные компоненты, относящиеся к другим сообществам и находящиеся в толще воды лишь временно. Наиболее существенна роль временного компонента планктонных сообществ в быстротекущих горных и предгорных реках. В них практически весь год наблюдается высокая скорость течения воды, а потому существование типичных зоопланктёров возможно только в ограниченных участках (завоях, старицах и т.п.). Но благодаря мощному течению, в толщу воды со дна смываются представители зообентосной эпифауны. Некоторые личинки амфибиотических насекомых (Trichoptera, Plecoptera и др.) и черви (Oligochaeta) используют водотоки для перемещения по течению реки. Эти группы факультативных компонентов зоопланктона обычно включаются в группу прочие («Varia»).*

*Не составляет в этом плане исключение и зоопланктонное сообщество р. Аргош. Проведённые исследования показали, что в плане структурной организации оно также представляет собой совокупность двух групп животных: облигатно-планктических форм (Rotatoria – коловратки, Cladocera – ветвистоусые ракообразные, Copepoda – веслоногие ракообразные) и факультативных форм (Varia – прочие). Группа «Прочие» представлена личинками хирономид (Chironomidae).*

*Поскольку движение воды в реке носит турбулентный характер, зоопланктон распределён в толще воды относительно равномерно. Его биомасса в реке сильно меняется в течение года: зимой и в период половодья (начало весны) она падает до минимума, а весной и летом вследствие интенсивного размножения возрастает. Зоопланктон также обедняется, если уровень воды в реке поднимается из-за притока дождевых вод или усиления таяния ледников.*

*Динамика численности и биомассы зоопланктона во многом соответствует сезонной и пространственной динамике этих показателей у фитопланктона. Но в июне обычно отмечается летняя депрессия в развитии зоопланктона, характерная для многих водотоков Краснодарского края.*

*Среднегодовая численность зоопланктона реки Аргош составляет 32 тыс. шт./м<sup>3</sup>, биомасса - 0,012 г/м<sup>3</sup>.*

*Особо охраняемые виды, внесённые в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зоопланктона реки Аргош в месте проведения работ отсутствуют.*

### *Зообентос.*

*Пространственная изменчивость в развитии зообентоса характеризуется тем, что наименьшие показатели его биомассы отмечаются в глубоких участках русла. Наибольшая численность и биомасса зообентоса наблюдались на мелководных участках.*

*Зообентос р. Аргош насчитывает 10 видов донных организмов: олигохеты - 1. личинки хирономид - 5, ручейников - 4. По численности и биомассе мягкого зообентоса доминируют личинки ручейников, на втором месте - личинки хирономид.*

*Среднегодовая численность зообентоса составляет 820 шт./ м<sup>2</sup>, биомасса - 2,48 г/м<sup>2</sup>.*

*Особо охраняемые виды, внесённые в Красную книгу Краснодарского края и Красную книгу России, в составе зообентоса реки Аргош в месте проведения работ отсутствуют.*

### **Река Кува**

#### *Водная и прибрежно-водная растительность.*

*Прибрежно-водная (гигрофиты) и водная (гидрофиты) донная растительность в р. Кува неразвита. В районе производства работ из-за преобладания гравийно-галечникового грунта, регулярных паводков, вызываемых ливневыми дождями и сопровождающихся высокими скоростями течения, постоянных колебаний уровня воды в водотоке, водная растительность отсутствует полностью.*



### Фитопланктон

Фитопланктон в р. Кува довольно разнообразен. В его составе наибольшее развитие в видовом и количественном отношении получили динофитовые (*Dynophyta*), зелёные (*Chlorophyta*) и диатомовые (*Bacillariophyta*) водоросли. По численности доминируют диатомовые - 0,112 тыс.экз./м<sup>3</sup> при биомассе 0,041 г/м<sup>3</sup>. Наиболее массовые виды - *Diatomae longate*, *Synedra vaucheria*. Максимум развития альгофлоры сдвинут к середине лета, осенняя депрессия сглажена.

Среднегодовая биомасса фитопланктона в р. Кува составляет 0,187 г/м<sup>3</sup> при численности до 275 тыс. кл./м<sup>3</sup>.

Особо охраняемые виды растений, внесённые в Красные книги России) и Краснодарского края, в составе фитопланктона р. Кува в районе осуществления планируемой деятельности отсутствуют.

### Зоопланктон

Основу зоопланктона летом составляют мелкие планктонные черви, т.е. временные компоненты. Летом в пробах из коловраток отмечались только представители рода *Brachionus*. Веслоногие ракообразные *Sopercoda* представлены в основном науплиальными стадиями и мелкими формами на ранних стадиях метаморфоза. Основной вклад в формирование и численности, и биомассы компонентов зоопланктона вносят представители группы «*Varia*», представленные мелкими червями и личинками амфибиотических насекомых, прежде всего комаров (*Nematocera*).

Развитие ветвистоусых ракообразных (*Cladocera*) наблюдалось в конце лета при хорошем прогреве воды. Они были представлены характерным для горных рек видом *Bosminopsis deitersis* и эврибионтным *Chydorus sphaericus* и *Moina brachiate*.

Среднегодовая численность и биомасса зоопланктона р. Кува составляет соответственно 8,41 тыс.экз./м<sup>3</sup> и 0,092 г/м<sup>3</sup>.

Особо охраняемые виды беспозвоночных животных, внесённые в Красные книги России и Краснодарского края, в составе зоопланктона р. Кува в районе осуществления планируемой деятельности отсутствуют.

### Зообентос

Зообентосное сообщество р. Кува формируется в условиях достаточно высоких скоростей течения, значительных колебаний уровня воды, высокой её насыщенности кислородом. При этом в реке имеются разные биотопы, пригодные для обитания организмов зообентоса - перекаты и плёсы, участки галечного и песчаного грунта, валуны, выходы коренных пород, закоряженные места.

Поэтому зообентосное сообщество реки достаточно разнообразно. Таксономический состав зообентоса р.Кува включает представителей трёх типов донных беспозвоночных: плоские черви (*Plathelminthes*), кольчатые черви (*Annelida*), и членистоногие (*Arthropoda*). Всего в его составе отмечено 14 таксономических групп донных беспозвоночных.

Биомасса донных сообществ менялась в летние месяцы от 1,52 до 4,23 г/м<sup>2</sup>, ее основу составляли представители класса насекомые (*Insecta*), на долю которых приходилось от 32 до 85 % биомассы.

Насекомые были представлены нимфами подёнок *Polymitarsis virgo*, веснянками *Perla sp.* и *Perlodes nubeculata* и ручейниками - *Hidropsyche pellucidata*, *H. angustipennis*. Значение этих видов организмов исключительно велико. Во время массового вылета насекомых, в июле - августе рыба испытывает дефицит пищи и вынуждена совершать миграции в поисках более кормных участков.

В меньшем количестве в бентосных пробах представлено семейство *Tendipedidae*. Мелкие личинки *Orthocladium sp.* и *Tanytarsus sp.* составляли незначительную часть по биомассе (до 10 %).

Среднегодовая биомасса зообентоса р. Кува составляет 2,88 г/м<sup>2</sup> при численности 812 экз./м<sup>2</sup>.



Особо охраняемые виды животных, внесённые в Красные книги России и Краснодарского края, в составе зообентоса р. Кува в районе осуществления планируемой деятельности отсутствуют.

### **Река Уруп**

#### *Водная и прибрежно-водная растительность*

Водные и прибрежно-водные макрофиты в районе намечаемой хозяйственной деятельности практически отсутствуют. Такая ситуация является типичной для горных рек с выраженным паводковым режимом.

Водная и прибрежно-водная растительность (тростник обыкновенный, уруть колосистая, камыш, рдесты) появляется в заводях и значительной части прибрежья только в нижнем течении реки.

#### *Фитопланктон*

Фитопланктон данного участка реки, как и в других горных реках, весьма беден в видовом отношении. Это обуславливается низким количеством минеральных веществ в водной толще и горным характером реки, низким температурным фоном.

Основу фитопланктона составляют диатомовые и протококковые (68% общей биомассы), причём наибольшей численности на протяжении большей части года достигают холодолюбивые формы диатомовых водорослей. В развитии диатомовых водорослей прослеживается довольно чёткая тенденция к увеличению биомасс с понижением температур воды.

Биомасса более теплолюбивых видов зелёных и сине-зелёных водорослей в реке находится на весьма низком уровне. В зависимости от сезона биомасса фитопланктона варьирует, составляя в среднем за сезон  $0,243 \text{ г/м}^3$  при численности до 455 тыс. кл./ $\text{м}^3$ .

В среднем течении реки видовое разнообразие фитопланктона несколько возрастает по сравнению с верхним течением. В нижней части бассейна реки встречается до 52 видов фитопланктона, из которых преобладают диатомовые (до 40 % видов).

Особо охраняемые виды растений, внесённые в Красные книги России и Краснодарского края, в составе фитопланктона р. Уруп в районе осуществления планируемой деятельности отсутствуют.

#### *Зоопланктон*

Зоопланктон представлен небольшим количеством видов организмов (25–30).

Из планктонных животных первыми в начале вегетационного периода начинают появляться коловратки (Rotatoria). Однако их численность и биомасса очень малы. По мере прогрева воды на руководящие роли выходят ветвистоусые ракообразные (Cladocera). Их относительная численность и биомассы могут достигать 80–90 %. Численность и биомасса веслоногих ракообразных (Copepoda) всегда меньше, чем ветвистоусых. Однако суммарная численность науплиусов и копеподитов веслоногих ракообразных может приближаться к таковой ветвистоусых рачков.

Среднегодовая численность и биомасса зоопланктона р. Уруп составляет соответственно 12,02 тыс. экз./ $\text{м}^3$  и  $0,102 \text{ г/м}^3$ .

Особо охраняемые виды беспозвоночных животных, внесённые в Красные книги России и Краснодарского края, в составе зоопланктона р. Уруп в районе осуществления планируемой деятельности отсутствуют.

#### *Зообентос*

Зообентос реки носит на себе отпечаток особенностей гидрологического режима водоёма: а именно, наличие высокой проточности. Вследствие этого он представлен, в основном, видами-реофилами. Из донных организмов наибольшее развитие получили личинки хирономид, подёнок, ручейников, веснянок, стрекоз и двукрылых.

Возрастание значений биомассы наблюдается от весны к осени. Величина биомассы донного сообщества изменяется от  $0,302 \text{ г/м}^2$  в зимний период до  $2,972 \text{ г/м}^2$  в летне-осенний. В среднем за вегетационный сезон биомасса бентоса реки Уруп составляет  $4,12 \text{ г/м}^2$  при численности  $1212 \text{ экз./м}^2$ .



Особо охраняемые виды животных, внесённые в Красные книги России и Краснодарского края, в составе зообентоса р. Уруп в районе осуществления планируемой хозяйственной отсутствуют.

### **Результаты оценки влияния работ по расчистке русел реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка на состояние водных биоресурсов и среды их обитания**

В результате проведения работ по реализации технических решений по расчистке русел реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка определены следующие виды негативного воздействия на водные биоресурсы:

– механическое воздействие на участке расчистки обводненных русел реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка, сопровождаемое уничтожением донных биоценозов (зообентоса);

- механическое воздействие на участке расчистки обводненных и сухих русел реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка, сопровождаемое уничтожением площадей русловых нерестилищ литофильных видов рыб;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в шлейфах взвеси при работах в руслах реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в водогрунтовой смеси при извлечении грунта из-под воды ковшом экскаватора при работах в руслах реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка.

В процессе работ нами были проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0 [4-5], предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осаждения взвесей и загрязнений в реке Аргош, реке Кува и реке Мокрая Рогожка.

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 счёт процесса турбулентного перемешивания и в результате осаждения твёрдых 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 счёт горизонтальной турбулентной диффузии, а концентрация взвешенных веществ в них падает. Концентрация взвеси в произвольной точке при этом будем определять в виде суммы концентраций пассивной примеси в отдельных облаках, включающих данную точку в рассматриваемый момент времени.

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 3 года после прекращения негативного воздействия. Превышение над фоновыми показателями концентраций привнесённых извне взвешенных веществ также крайне опасно для планктонных сообществ, под воздействием которых происходит аналогичные описанному выше изменения в структуре биоценозов.

Анализ отображаемых в процессе моделирования числовых значений и графиков, позволяет заключить, что при принятых для моделирования исходных данных о морфометрических характеристиках и гидрологическом режиме водотоков,





гранулометрическом составе и источниках поступления взвеси, подтверждено наличие повышенной (по сравнению с фоновыми концентрациями) технологической мутности, параметры которой приведены на рис.1 и в табл.1.

ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	26,48
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	24,53
Безразмерный коэффициент N	66,23
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком ( $d_m$ ), мм	2,976871
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ( $u_{max}$ ), м/с	0,369
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц ( $u_c$ ), м/с	0,30318
Безразмерный параметр G	0,303
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0047
Гидромеханический параметр (Г)	0,015
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, $m^3/c$ :	
- через фронт работ (Qд)	2,0000
- средний в створе работ (Qв)	30,000
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	4,967
- начальная (в створе работ) (Sn)	145,20
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,076
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	3322590,9
ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	10,40
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	13,28
Безразмерный коэффициент N	14,09
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком ( $d_m$ ), мм	1162,84019680689
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ( $u_{max}$ ), м/с	1,998
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц ( $u_c$ ), м/с	0,84246
Безразмерный параметр G	0,337
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0085097
Гидромеханический параметр (Г)	0,01000
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	0,65
Расход воды, $m^3/c$ :	
- через фронт работ (Qд)	0,3250
- средний в створе работ (Qв)	7,500
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	66,0275
- начальная (в створе работ) (Sn)	1286,77
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,660275457
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	331764,7
ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	19,95
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,97
Безразмерный коэффициент N	40,63
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком ( $d_m$ ), мм	0,454545
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ( $u_{max}$ ), м/с	0,169
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц ( $u_c$ ), м/с	0,18920
Безразмерный параметр G	0,526
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0011
Гидромеханический параметр (Г)	0,006
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, $m^3/c$ :	
- через фронт работ (Qд)	0,0792
- средний в створе работ (Qв)	0,425
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	3,590
- начальная (в створе работ) (Sn)	2050,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,021543
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1268758,3

Рис. 3 – Данные расчетов по моделированию при работах в русле реки Мокрая Рогожка, Аргош и Кува



Результаты расчетов по моделированию в рамках проводимых работ  
в руслах реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка

Вид воздействия	Объёмы шлейфов взвеси с повышенной концентрацией, м <sup>3</sup>		Площади переотложения шлейфов взвеси, м <sup>2</sup>		Время существования областей шлейфа, сек.	
	> 100 мг/л	100-20 мг/л	> 10 мм	5–10 мм	> 100 мг/л	100-20 мг/л
Расчистка русла р. Аргош	160,68	38,84	-	-	203140,13	237691,49
Расчистка русла р. Кува	1418,57	313,61	-	-	1822670,55	2225581,84
Расчистка русла р. Мокрая Рогожка	4,87	0,34	-	-	791252,67	919521,09

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 повреждённых в период работ участках русла рек произойдёт 100% гибель бентосных кормовых организмов. Восстановление бентосных произойдет в течение 3 лет. Рыбопродуктивность русловых нерестилищ оценивается на уровне 0,005 т/га.

Работы по разработке грунта из-под воды предусматривается производить в посленерестовой 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 отпугнёт рыб из района работ. Таким образом расчет вреда от гибели икры, личинок и ранней молодь рыб, а также взрослых особей рыб не производится.

Общий вред гидробионтам реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка от проводимых работ приведен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета вреда водных биоресурсам реки Аргош,  
реки Кува и реки Мокрая Рогожка

Водоток	Общий вред, кг	Количество сеголеток черноморской кумжи (черноморского лосося) средней навеской не менее 3,0 г., необходимых для компенсации нанесенного вреда, шт.
Река Аргош	144,39	8 251
Река Кува	582,55	33 289
Река Мокрая Рогожка	216,84	<b>12 391</b>

К мерам по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания отнесен производственный экологический контроль за влиянием 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 за влиянием осуществляемой деятельности на состояние водных биоресурсов реки Аргош, реки Кува и реки Мокрая Рогожка и среды их обитания в месте осуществления деятельности с последующей реализацией запланированных мероприятий.

Проектной документацией предусмотрено введение ограничений на проведение работ во время нереста рыб, 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. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: планктон и бентос. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
2. Голлербах М. М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951–1986. Т. 1. 420 с.
3. Цалолихин С.Я., Пржиборо А.А., Кияшко П.В., Ципленкина 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. Москва, Санкт-Петербург, 2016. Том 2. Зообентос. 510 с.
4. Денисенко О.С., Живчиков В.Г. ИМРВ «Поток» 1.0 – имитационная математической модель для расчёта 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.
5. Денисенко О.С. Использование математического моделирования в расчётах 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.

