

Комитет рыбного хозяйства  
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан  
ТОО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»  
(ТОО «НПЦРХ»)  
АЛТАЙСКИЙ ФИЛИАЛ



УТВЕРЖДАЮ

Директор Алтайского филиала

ТОО «НПЦРХ»

Аубакиров Б.С.

2023 г.

ОТЧЕТ О НИР

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО УЩЕРБА РЫБНОМУ ХОЗЯЙСТВУ К РАБОЧЕМУ  
ПРОЕКТУ «СТРОИТЕЛЬСТВО ТРЕТЬЕГО ПОГРАНИЧНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ПЕРЕХОДА НА КАЗАХСТАНСКО-КИТАЙСКОЙ ГРАНИЦЕ С ВЫХОДОМ НА  
СУЩЕСТВУЮЩИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ УЧАСТОК СЕМЕЙ-АКТОГАЙ»

Исполнители:

Заведующий комплексной  
рыбохозяйственной  
лабораторией  
Алтайского филиала  
ТОО «НПЦРХ»

подпись, дата

Касымханов А.М.

Младший научный  
сотрудник  
Алтайского филиала  
ТОО «НПЦРХ»

подпись, дата

Надирбаева Г.Т.

Младший научный  
сотрудник  
Алтайского филиала  
ТОО «НПЦРХ»

подпись, дата

Куанышбекова Г.К.

Усть-Каменогорск 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Материал и методики.....	4
2 Влияние строительно-монтажных работ на состояние гидробионтов (анализ литературы), выявление неблагоприятных факторов при проведении работ в исследованных водоемах .....	5
3 Анализ современного состояния кормовой базы района исследований (зоопланктон, зообентос).....	7
4 Анализ современного состояния ихтиофауны района исследований .....	20
5 Расчет ожидаемого ущерба рыбным запасам.....	21
5.1 Расчет ожидаемого ущерба по макрозообентосу .....	21
5.2 Расчет ожидаемого ущерба по зоопланктону .....	30
5.3 Расчет ожидаемого ущерба по ихтиофауне .....	51
6 Рекомендации по снижению отрицательного воздействия строительно-монтажных работ на ихтиофауну и кормовые для рыб организмы .....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	58

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская работа проведена на основании договора №15 от 24.02.2023 г., заключенного между Алтайским филиалом ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» и ТОО «Казахский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта».

Работы производились в соответствии с техническим заданием, утвержденным заказчиком и имеющим следующее содержание:

### 1 Ихтиологический и гидробиологический мониторинг:

- мониторинг состояния гидробиоценозов (гидробионты, рыба);
- определение состава ихтиофауны, рыбопродуктивности участков, численности и биомассы планктонных и бентосных организмов;
- расчет ожидаемого ущерба рыбным запасам;
- разработка рекомендаций по соблюдению природоохранного законодательства при производстве работ.

### 2 Отчет по результатам исследований по следующей схеме:

- результаты биологического мониторинга исследуемых рек;
- определение видового и весового состава рыб, рыбопродуктивности реки, количественного состава гидробионтов в границах проводимых работ;
- расчет нанесенного ущерба рыбным запасам;
- рекомендации по снижению воздействия на ихтиофауну и кормовые организмы при проведении строительно-монтажных работ.

## 1 Материал и методики

Расчет ожидаемого ущерба при производстве работ по рабочему проекту «Строительство третьего пограничного железнодорожного перехода на казахстанско-китайской границе с выходом на существующий железнодорожный участок Семей-Актогай» произведен с учетом «Методики исчисления размера компенсации вреда, наносимого и нанесенного рыбным ресурсам и другим водным животным, в том числе и неизбежного, в результате хозяйственной деятельности» [1]. Для характеристики состояния гидробиоценозов использовались материалы исследований в период экспедиционного выезда 2023 года.

Полевые исследования включали:

- метеорологические и гидрологические наблюдения;
- гидробиологические исследования (зоопланктон, макрозообентос);
- ихтиологические исследования.

Гидрометеорологические исследования проводились на каждой водоеме. Часть метеорологических параметров определялась визуально, часть – с помощью метеоприборов:

- температура воздуха (с помощью термометра «Прац»);
- температура воды (с помощью водного термометра в родниковой оправе);
- облачность (визуально).

Количественные пробы зоопланктона и зообентоса отбирались в соответствии с «Методическим пособием при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос)» [2]. Зоопланктон отбирали 10-литровым ведром и процеживали через сеть Джеди. Пробы обрабатывали в камере Богорова, просчитывали и измеряли все виды зоопланктеров. Макрозообентос отбирали дночерпателем Петерсена. Биомассу отдельных групп определяли путем взвешивания на торсионных весах.

Вылов рыб в период экспедиционных выездов производился мелкоячейным бреднем, выполненный из безузловой дели с размерами: длина бредня – 6 м, длина мотни – 2 м, ячейка – 3 мм.

Объекты исследований: р. Ай, р. Узынбулак, р. Каракол, р. Малый Текебулак, р. Большой Текебулак, р. Лайбулак, р. Егинсу, р. Урджар, р. Таскен, р. Кольденен, р. Карагайлы, р. Мақаншы, р. Хатынсу, р. Багубай-Жантезек, р. Шошкалы.

Собранный и обработанный материал за 2023 год представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Количество собранного и обработанного материала в исследуемых водоемах

Наименование работ	Количество
Зоопланктон (проб)	15
Макрозообентос (проб)	15
Съемки мелкоячейным бреднем (шт.)	15
Биологический анализ рыб (экз.)	122
Молодь рыб (проб)	15

Обработка улова мальковым бреднем включала следующие процедуры: видовая идентификация, подсчет общей численности и массы каждого вида. Весь улов подвергался массовым промерам (измерение длины тела рыбы без хвостового плавника).

Определение видового состава молоди мальковых уловов осуществлялось по определителю Коблицкой А.Ф. [3]. Обработка материала осуществлялась согласно «Руководству по изучению рыб» [4]. Определение видовой принадлежности проводилось по определителям. Обсчет данных проводился с помощью компьютерных программ «Excel», «Fish».

Расчет ущерба в натуральном выражении, обусловленный непосредственной гибелью водных биоресурсов, производился исходя из удельной плотности (численности)

или биомассы гидробионтов (шт./м<sup>2</sup>, экз./м<sup>3</sup>, кг/га, г/м<sup>2</sup>, мг/м<sup>3</sup> и пр.) и площади или объема зоны неблагоприятного воздействия в соответствующих единицах измерения по формуле:

$$N_i = \Pi_i \times W_0(S_0) \times \frac{(100 - K_i)}{100},$$

где  $\Pi_i$  – средняя за период неблагоприятного воздействия концентрация или плотность гидробионтов данного вида, стадии или весовой категории в зоне неблагоприятного воздействия или районе проведения работ;

$W_0(S_0)$  – объем или площадь зоны неблагоприятного воздействия;

$K_i$  – коэффициент выживаемости гидробионтов при неблагоприятном воздействии, в %.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится с применением кормовых коэффициентов перевода органического вещества по трофической цепи по формуле:

$$B_r = B_k \frac{P/B \times k_2}{(k_1 \times 100)},$$

где  $B_r$  – биомасса рыбной продукции, тонн;

$B_k$  – биомасса кормовых гидробионтов, тонн;

$P/B$  – коэффициент продуцирования;

$k_1$  – кормовой коэффициент перевода полученной продукции в рыбопродукцию;

$k_2$  – показатель использования кормовой базы рыбами (%).

Для расчета величины ущерба, обусловленного гибелью молоди рыб, применяют коэффициент провозврата:

$$N_i = n_i \times \frac{K_1}{100},$$

где  $n_i$  – величина ущерба в натуральном выражении, причиняемого непосредственной гибелью молоди промысловых объектов;

$K_1$  – коэффициент промыслового возврата, в %.

Перевод в денежное выражение осуществляется с учетом стоимости размера возмещения вреда по видам рыб (за один килограмм) и периода оказания негативного влияния с целью определения размера компенсации вреда, согласно формуле:

$$M = d * c * y,$$

где  $M$  – размер компенсации вреда, в денежном выражении;

$d$  – сумма конечного ущерба, наносимого или нанесенного рыбным ресурсам, в килограммах;

$c$  – стоимость размера возмещения вреда за один килограмм в месячных расчетных показателях согласно приложению 4 к настоящей Методике;

$y$  – период негативного воздействия (лет)\*.

Примечание: \*  $y=1$  (1 год=1), при многократном (постоянном)  $y$  - соответствует количеству лет негативного воздействия).

## **2 Влияние строительного-монтажных работ на состояние гидробионтов (анализ литературы), выявление неблагоприятных факторов при проведении работ в исследованных водоемах**

Строительство и различные виды гидромеханических работ оказывают отрицательное воздействие на экологические условия водоема и тем самым наносят

определенный ущерб рыбным запасам. При работах по строительству мостов и т.д. окружающая акватория реки и связанные с ней водоемы подвергаются массивному воздействию строительной техники. Это, прежде всего, связано с разработкой части русла реки и перемещением грунта, как в русле реки, так и в прибрежной зоне.

Во время разработки русловой части реки и последующей отсыпки грунта меняется химический состав воды, нарушается рельеф дна, уничтожаются донные биоценозы и прибрежная растительность. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что при проведении гидротехнических работ аналогичного характера изменяется содержание взвешенных веществ в воде в результате образования в районе строительства зоны повышенной мутности. Её протяженность зависит от гидрологии реки, содержания взвешенных веществ и гранулометрического состава разрабатываемого грунта [5-7].

Повышенные концентрации взвешенных веществ в толще воды, возникающие при земляных работах, оказывают отрицательное влияние на все гидробионты и, в первую очередь, на планктон и бентос. Взвешенные частицы грунта забивают фильтровальный аппарат беспозвоночных, снижают интенсивность фотосинтеза фитопланктона, значительно ухудшают условия обитания бентосных организмов [8-11]. Часть беспозвоночных, особенно малоподвижные, подвергаются прямому уничтожению. Бентонектические подвижные формы организмов (бокоплавы, мизиды) под влиянием повышенной мутности изменяют свои поведенческие реакции. Огромное количество взвеси в шлейфе мутности не снижает содержания в нем кислорода, но приводит к увеличению гибели гидробионтов в результате засорения их жаберного аппарата. Наиболее подвержены гибели при этом мизиды [12].

Полное уничтожение гидробионтов на отдельных участках реки или значительное сокращение их численности влечет за собой снижение обеспеченности рыб пищей.

Разработка русла реки, складирование отвалов грунта и другие гидромеханические работы значительно ухудшают условия обитания рыб. При проведении таких работ наблюдаются заиление нерестилищ, как в русле, так и в пойме, отмечается гибель икры, личинок и взрослых рыб [13-15].

По отношению к таким гидробионтам, как рыбы, следует отметить, что могут быть значительные изменения в их поведении, такие, как реакция ухода. Может существовать физиологическое воздействие звуковой энергии в заполненных газом органах, например, в плавательном пузыре, и могут существовать дополнительные проблемы у видов, которые характеризуются механическим присоединением плавательного пузыря к внутреннему уху. Также может предполагаться снижение репродуктивных усилий там, где популяции из размножающихся объединений подвергаются воздействию строительно-монтажных работ, несмотря на то, что для этого потребуются значительное воздействие, проводимое поблизости к местам спаривания в течение значительного периода времени. Следует отметить, что звуковые волны действуют на рыб раздражающе, и они стремятся покинуть область воздействия. В районах развития рыболовства при проведении строительно-монтажных работ отмечалось снижение уловов, уход рыбы в придонные слои, приводило к временному сокращению их численности на данной акватории.

Для оценки степени воздействия на ихтиофауну большое значение имеет эффект последствия, в результате которого у рыб может быть нарушен цикл воспроизводства, например, в следующем поколении. Это влияние может в дальнейшем сказаться на популяционных характеристиках промысловых объектов. Может наблюдаться изменение поведенческих реакций рыб, таких как нарушение питания, размножения и миграции, а также реакция избегания шумового воздействия. При проведении гидромеханических работ рыбное население, несомненно, будет стремиться покинуть место воздействия, как взрослая рыба, так и активная молодь. Практика исследования подобных работ подтверждает это [15].

В другом положении оказываются животные, которые в силу своих физических или поведенческих особенностей не могут избежать зоны действия работ. В первую очередь это относится к икре и личинкам рыб, которые погибают практически полностью.

Одним из вредных последствий проведения строительно-монтажных работ является нарушение нерестилищ и миграционных путей рыб.

По продолжительности воздействия на водоем и обитающих в ней гидробионтов неблагоприятные факторы делятся на временные и постоянно действующие. К числу временных неблагоприятных факторов при проведении работ в русловой части рек можно отнести следующие:

- гибель бентоса на дне реки в результате выборки грунта, размещения отвалов, образования зон повышенной мутности;

- гибель зоопланктона или нарушение продукционных процессов в зоне повышенной мутности, возникающей при разработке грунта и его последующей отсыпке;

- нарушение условий воспроизводства рыб, разрушение нерестовых субстратов, гибель икры и личинок рыб.

### 3 Анализ современного состояния кормовой базы района исследований (зоопланктон, зообентос)

р. Ай. Основной кормовой базой рыб в реке Ай являются организмы макрозообентоса и зоопланктона. Бентическими беспозвоночными питаются такие виды рыб как елец, плотва, пескарь, голянь, голец, губач, а также мелкий окунь. Основными потребителями зоопланктона являются молодь рыб, елец, голянь, плотва. Таксономический состав зоопланктона р. Ай беден. Биомасса зоопланктона составила 97 мг/м<sup>3</sup> (таблица 2).

Таблица 2 – Численность (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Ай

Таксон	р. Ай	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	1,8	3
<i>Copepoda</i>	5,8	67
<i>Cladocera</i>	1,6	27
Всего	9,2	97

Макрозообентос реки Ай богат и разнообразен. В районе реконструкции моста через реку Ай определено 15 таксонов беспозвоночных, в том числе малоцетинковые черви, моллюски, личинки поденок, веснянок, ручейников, клопы, жуки и двукрылые (таблица 3). Среди обнаруженных бентических беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 3 - Таксономический состав макрозообентоса р. Ай

Таксон	Встречаемость
Класс Малоцетинковые черви ( <i>Oligochaeta</i> )	-
Сем. <i>Tubificidae</i>	+
Класс Брюхоногие моллюски <i>Gastropoda</i>	-
Сем. <i>Limnaeidae</i>	-
<i>Euglesa lilljeborgi</i> (Clessin)	+
<i>Limnaea auricularia</i> (Linne)	+
Класс Насекомые, <i>Insecta</i>	-
Отряд Поденки, <i>Ephemeroptera</i>	-
Семейство <i>Baetidae</i>	-
<i>Baetopus warnensis</i> Keffermuller	+

Продолжение таблицы 3

Таксон	Встречаемость
<i>Baetis vernus</i> Curtis	+
Семейство <i>Ephemerellidae</i>	-
<i>Ephemerella ignita</i> Poda	+
Отряд веснянки, <i>Plecoptera</i>	-
Семейство <i>Perlodidae</i>	-
<i>Megarcys ochracea</i> Klap.	+
<i>Skwala pusilla</i> Klapalek	+
Отряд клопы ( <i>Heteroptera</i> )	-
Семейство <i>Corixidae</i>	-
<i>Sigara falleni</i> (Fieber)	+
Отряд ручейники, <i>Trichoptera</i>	-
Семейство <i>Hydropsychidae</i>	-
<i>Hydropsyche ornatula</i> (McLachlan)	+
Семейство <i>Stenopsychidae</i>	-
<i>Apatania zonella</i> (Zetterstedt)	+
Семейство <i>Rhyganopsychidae</i>	-
Род <i>Limnephilus</i>	-
<i>Limnephilus centralis</i> Curtis	+
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis	+
Род <i>Anabolia</i>	-
<i>Anabolia nervosa</i> Curtis	+
Отряд Двукрылые, <i>Diptera larvae</i>	-
Семейство <i>Chironomidae</i>	+

Численность и биомасса бентоса р. Ай составили 497 экз./м<sup>2</sup> и 27,7 г/м<sup>2</sup>, соответственно. Основу численности составляли личинки хирономид и поденок, основу биомассы – личинки ручейников и стрекоз (таблица 4).

Таблица 4 – Численность (Ч, экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (Б, г/м<sup>2</sup>) бентоса р. Ай

Группа бентоса	р. Ай	
	Ч	Б
Моллюски	17	2,89
Клопы	142	0,284
Личинки поденок	112	8,96
Личинки веснянок	85	10,2
Личинки ручейников	35	3,15
Личинки хирономид	73	0,333
Пиявки	18	1,8
Жуки	8	0,08
Прочие б/п	7	0,01

р. Узынбулак. В составе зоопланктона р. Узынбулак было определено 4 таксонов, из них 1 - коловратки и 3 веслоногие рачки (таблица 5).

Таблица 5 – Таксономический состав зоопланктона р. Узынбулак

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Cyclops vicinus</i>
	<i>Neutrodiaptomus incongruens</i>



Значения численности составили 16,6 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 47 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало самому низкому уровню продуктивности (таблица 6).

Таблица 6 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Узынбулак

Группы зоопланктеров	р. Узынбулак	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	12,3	23
<i>Copepoda</i>	4,3	24
<i>Cladocera</i>	-	-
Всего	16,6	47

В составе макрозообентоса реки Узынбулак были обнаружены представители четырех групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки двукрылых – 2 таксона, личинки ручейников – 1 вид, гаммарусы – 1 таксон и малощетинковые черви *Oligochaeta sp.* Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Значительных вариаций по показателям численности между указанными таксонами макрозообентоса не отмечено. По биомассе преобладали ракообразные *Gammaridae sp.* (90%) (таблица 7).

Таблица 7 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Узынбулак

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки ручейников	<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)	80	0,81
Личинки двукрылых	<i>Chironomus tentans Fabricius</i>	40	1,47
	<i>Orthoclaadiinae sp</i>	160	0,39
Малощетинковые черви	<i>Oligochaeta sp.</i>	120	0,14
Гаммарусы	<i>Gammaridae sp.</i>	160	14,4
	Всего	560	17,21

Биомасса макрозообентоса составила 17,21 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Каракол. В составе зоопланктона р. Каракол было определено 4 таксонов беспозвоночных, из них 2 - коловратки, 1 ветвистусые рачки и 1 веслоногие рачки (таблица 8).

Таблица 8 – Таксономический состав зоопланктона р. Каракол

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Kellicottia longispina</i>
	<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>

В таблице 9 показаны запасы зоопланктона р. Каракол. Для оценки рыбохозяйственного значения зоопланктона использовали шкалу трофности С.П. Китаева [5]. Среднее значение численности зоопланктона составило 185,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 583 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует низкому классу трофности по С.П. Китаеву, β-олиготрофному типу.

Таблица 9 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Каракол

Группы зоопланктеров	р. Каракол	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	4,9	6
<i>Copepoda</i>	97,4	322
<i>Cladocera</i>	83,5	255
Всего	185,8	583

р. Каракол. В составе макрозообентоса реки Каракол были обнаружены представители пяти групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки поденок – 1 вид, личинки ручейников – 2 вида, моллюски -1 вид, гаммарусы – 1 вид, личинки двукрылых – 1 вид. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. По показателям численности выделяются личинки поденок *Caenis horarya* (240 экз./м<sup>2</sup>) и личинки ручейников *Leptocerus teneiformis* (200 экз./м<sup>2</sup>). По показателям биомассы преобладают гаммариды со значением 15,26 (г/м<sup>2</sup>) (таблица 10).

Таблица 10 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса на реке Каракол

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки поденок	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus)	240	1,93
Личинки ручейников	<i>Leptocerus teneiformis</i> Curtis	200	0,36
	<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)	120	0,31
Моллюски	<i>Valvata profunda</i> Wasterlund	80	0,17
Гаммарусы	<i>Gammaridae</i> sp.	160	15,26
Личинки двукрылых	<i>Orthocladiinae</i> sp.	80	0,96
	Всего	880	18,99

Биомасса макрозообентоса составила 18,99 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Малый Текебулак. В составе зоопланктона р. Малый Текебулак было обнаружено 3 таксона, из них веслоногих рачков – 1 (*Cyclops vicinus*), ветвистых рачков – 1 (*B. longirostris*), коловратки – 1 (*Conochilus* sp.). Значения численности составили 198,6 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 1415 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало умеренному уровню продуктивности (таблица 11).

Таблица 11 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Малый Текебулак

Группы зоопланктеров	р. Малый Текебулак	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	2,9	3
<i>Copepoda</i>	193,8	1406
<i>Cladocera</i>	1,9	6
Всего	198,6	1415

р. Малый Текебулак. В составе макрозообентоса реки Малого Текебулака были обнаружены представители четырех групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки ручейников -1 вид; личинки поденок – 1 вид, моллюски – 1 вид и по 1 представителю - ракообразных. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и

в нашем регионе обычны. По показателям численности лидировали личинки поденок – 520 экз./м<sup>2</sup>, а по значениям биомассы – ракообразные 15,11 г/м<sup>2</sup> (таблица 12).

Таблица 12 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Малого Текебулак

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки поденок	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus)	520	1,69
Личинки ручейников	<i>Leptocerus teneiformis</i> Curtis	240	4,61
Моллюски	<i>Valvata sibirica</i> Middendorff	160	2,80
Гаммарусы	<i>Gammarus</i> sp.	200	15,11
Всего		1120	24,21

Биомасса макрозообентоса составила 24,21 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с высоким классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Большой Текебулак. Основной кормовой базой рыб являются организмы зоопланктона и макрозообентоса. В составе зоопланктона р. Большой Текебулак было обнаружено 6 таксонов, из них веслоногих рачков – 2, ветвистоусых – 2, коловратки – 2 (таблица 13).

Таблица 13 – Таксономический состав зоопланктона р. Большой Текебулак

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
	<i>Brachionus angularis</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Acanthocyclops viridis</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>

Для оценки рыбохозяйственного значения зоопланктона использовали шкалу трофности С.П. Китаева [5]. Среднее значение численности зоопланктона составило 290,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 572 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует низкому классу трофности по С.П. Китаеву, β-олиготрофному типу (таблица 14).

Таблица 14 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Большой Текебулак

Группы зоопланктеров	р. Большой Текебулак	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	5,2	33
<i>Copepoda</i>	186,8	372
<i>Cladocera</i>	98,9	167
Всего	290,9	572

В составе макрозообентоса реки Большой Текебулак были обнаружены представители пяти групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки двукрылых – 1 вид, личинки поденок – 1 вид, личинки стрекоз – 1 вид, пиявки – 1 вид, моллюски – 1 вид. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Наиболее высокие показатели численности 480 экз./м<sup>2</sup> были зарегистрированы для хирономид, а максимальные значения биомассы (3,92 г/м<sup>2</sup>) показали пиявки (таблица 15). Биомасса макрозообентоса составила 7,62 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам со средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

Таблица 15 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Большой Текебулак

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки двукрылых	<i>Orthoclaadiinae</i> sp.	480	0,70
Личинки стрекозы	<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas)	120	2,40
Личинки поденок	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus)	80	0,26
Моллюски	<i>Lymnaea palustris</i> (Linnaeus)	40	0,34
Пиявки	<i>Erpobdella lineata</i> (Linnaeus)	120	3,92
Всего		840	7,62

р. Лайбулак. Основной кормовой базой рыб являются организмы зоопланктона и макрозообентоса. В р. Лайбулак численно преобладали науплиальные стадии циклопов. Было зарегистрировано 3 таксонов планктонных беспозвоночных (таблица 16).

Таблица 16 – Таксономический состав зоопланктона р. Лайбулак

Группа	Таксон
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Neutrodiaptomus incongruens</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>

Средние значения биомассы (237 мг/м<sup>3</sup>) по шкале Китаева соответствовали очень низкому классу продуктивности (таблица 17).

Таблица 17 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Лайбулак

Группы зоопланктеров	р. Лайбулак	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	-	-
<i>Copepoda</i>	50,0	200
<i>Cladocera</i>	3,9	37
Всего	53,9	237

В составе макрозообентоса реки Лайбулак были обнаружены представители четырех групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки поденок – 1 вид, пиявки -1 вида, личинки ручейников – 2 вида, моллюски – 3 вида. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Наблюдалось массовое развитие личинок ручейников *Leptocerus teneiformis*, численность которых составила 760 экз./м<sup>2</sup>. По показателям биомассы наиболее высокие значения принадлежат также ручейникам 15,37 г/м<sup>2</sup> (таблица 18).

Таблица 18 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Лайбулак.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки поденок	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus)	400	1,22
Личинки ручейников	<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)	40	1,60
	<i>Leptocerus teneiformis</i> Curtis	760	15,37

Продолжение таблицы 18

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Пиявки	<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus)	120	1,07
Моллюски	<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus)	40	2,18
	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus)	80	0,30
	<i>Valvata sibirica</i> Middendorff	80	0,33
Всего		1520	22,07

Биомасса макрозообентоса составила 22,07 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Егинсу. Таксономический состав зоопланктона р. Егинсу был не богат и насчитывал всего 3 видов (коловратки – 1, копеподы – 1, кладоцеры -1) (таблица 19).

Таблица 19 – Таксономический состав зоопланктона р. Егинсу

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>

По численности и по биомассе преобладали *Copepoda*. Значения численности составили 169,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы 369 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует очень низкому классу продуктивности (таблица 20).

Таблица 20 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Егинсу

Группы зоопланктеров	р. Егинсу	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	1,9	5
<i>Copepoda</i>	117,9	230
<i>Cladocera</i>	49,2	134
Всего	169,0	369

В составе макрозообентоса реки Егинсу были обнаружены представители двух групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки двукрылых – 3 вида и пиявки – 1 вид. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Наиболее высокие показатели численности 480 экз./м<sup>2</sup> и биомассы 3,22 г/м<sup>2</sup> отмечены для хаборусов (таблица 21).

Таблица 21 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Егинсу.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки двукрылых	<i>Chironomus tentans</i> Fabricius	40	0,62
	<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen)	480	3,22
	<i>Ceratopogonidae</i> sp.	160	1,01
Пиявки	<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus)	40	1,11
Всего		720	5,96

Биомасса макрозообентоса составила 5,96 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам со средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Урджар. В составе зоопланктона р. Урджар было зарегистрировано 4 таксона беспозвоночных, из них 2 - коловратки, 1 ветвистусые рачки и 1 веслоногие рачки

(таблица 22). Значения биомассы составили 641 мг/м<sup>3</sup>, что по шкале Китаева соответствовало низкому уровню продуктивности (таблица 23).

Таблица 22 - Таксономический состав, значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Урджар

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Daphnia longispina</i>

Таблица 23 - Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Урджар

Группы зоопланктеров	р. Урджар	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	7,8	45
<i>Copepoda</i>	171,1	335
<i>Cladocera</i>	86,4	261
Всего	265,3	641

В составе макрозообентоса реки Урджар были зафиксированы по 1 таксону личинки ручейников и поденок, также двукрылых (2 таксона). Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Наблюдалось высокая биомасса у личинок поденок *E. sachalinensis* которых составила 2,35 г/м<sup>2</sup> (таблица 24).

Таблица 24 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Урджар.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки ручейников	<i>Hydropsyche ornatula McLashlan</i>	240	1,84
	<i>Orthocladinae</i> sp.	160	1,25
Личинки двукрылых	<i>Chironomus dorsalis Meigen</i>	120	0,49
Личинки поденок	<i>Ephemera sachalinensis Matsumura</i>	160	2,35
	Всего	680	5,93

Биомасса макрозообентоса составила 5,93 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Таскен. В составе зоопланктона р. Таскен было обнаружено 4 таксонов беспозвоночных, из них веслоногих рачков – 1, ветвистоусых – 2, коловратки – 1 (таблица 25). Значения численности составили 47,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 544 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало низкому уровню продуктивности (таблица 26).

Таблица 25 - Таксономический состав зоопланктона р. Таскен

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
	<i>Simocephalus vetulus</i>

Таблица 26 - Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Таскен

Группы зоопланктеров	р. Таскен	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	3,8	72
<i>Copepoda</i>	39,3	312
<i>Cladocera</i>	4,7	160
Всего	47,8	544

В составе макрозообентоса реки Таскен были обнаружены только два вида хирономид и два вида моллюсков. По показателям биомассы доминировали крупные личинки хирономид *Chironomus plumosus*, на долю которых приходится 57,6% от общих значений биомассы макрозообентоса (таблица 27). Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 27 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Таскен.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки двукрылых	<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus)	80	2,88
	<i>Tanytus punctipennis</i> Meigen	40	0,16
Моллюски	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus)	80	2,70
	<i>Valvata depressa</i> C. Pfeiffer	80	0,61
Всего		280	6,35

Биомасса макрозообентоса составила 6,35 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Колденен. В составе зоопланктона р. Колденен было зарегистрировано 4 таксона беспозвоночных: 2 коловратки, 1 веслоногие и 1 ветвистоусые рачки кладоцер (таблица 28). Количественно зоопланктон был развит слабо. Средние значения численности зоопланктона составили 15,1 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 40 мг/м<sup>3</sup>. Данные показатели соответствуют самому низкому классу продуктивности зоопланктона и указывают на α-олиготрофному типу водоема (Китаев, 1986) (таблица 29).

Таблица 28 - Таксономический состав зоопланктона р. Колденен

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Keratella quadrata</i>
	<i>Eothinia elongata</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Cyclops vivinus</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Bosmina longirostris</i>

Таблица 29 - Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Колденен

Группы зоопланктеров	р. Колденен	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	3,9	4
<i>Copepoda</i>	10,7	30
<i>Cladocera</i>	0,5	6
Всего	15,1	40

В составе макрозообентоса реки Кольденен были обнаружены только личинки двукрылых и ракообразных. Крупные личинки *C. tentans* составляли основу численности (81 %) и биомассы (87%), что отражено в таблице 30. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 30 – Численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса р. Кольденен.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки двукрылых	<i>Chironomus tentans Fabricius</i>	880	8,70
	<i>Orthoclaadiinae</i> sp.	80	0,32
Гаммарусы	<i>Gammaridae</i> sp.	120	0,95
Всего		1080	9,97

Биомасса макрозообентоса составила 9,97 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам со средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Карагайлы. В составе зоопланктона р. Карагайлы было зарегистрировано 6 таксонов: 1 коловраток, 3 ветвистусых рачка и 2 веслоногих рачка (таблица 31).

Средние значения численности зоопланктона составили 92,2 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 477 мг/м<sup>3</sup>.

Данные показатели соответствуют самому низкому классу продуктивности зоопланктона (таблица 32).

Таблица 31 – Таксономический состав зоопланктона р. Карагайлы

Группа	Таксон
<i>Rotifera</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Cyclops vicinus</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
	<i>Chydorus sphaericus</i>
	<i>Daphnia longispina</i>

Таблица 32 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Карагайлы

Группы зоопланктеров	р. Карагайлы	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	5,7	49
<i>Copepoda</i>	45,4	360
<i>Cladocera</i>	41,1	68
Всего	92,2	477

В составе макрозообентоса реки Карагайлы были обнаружены представители пяти групп донных беспозвоночных, в том числе: личинки ручейников - 1 вид; личинки стрекоз – 1 вид; личинки двукрылых – 2 вида; клопы – 1 вид и моллюски – 1 вид. По показателям численности указанные группы сильно не отличаются.

По значениям биомассы лидируют клопы и на их долю приходится 35,5% от общей биомассы (таблица 33).

Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.



Таблица 33 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентос реки Карагайлы

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Моллюски	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus)	80	2,13
Личинки ручейников	<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)	80	1,74
Личинки стрекоз	<i>Lestes sponsa</i> (Hausemann)	80	2,71
Личинки двукрылых	<i>Diptera</i> sp.	40	5,94
	<i>Cricotopus</i> sp. <i>silvestris</i>	40	2,40
Полужесткокрылые	<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linne)	40	0,24
Всего		360	15,16

Биомасса макрозообентоса составила 15,16 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. *Маканши*. В р. Маканши в составе зоопланктона обнаружены только ракообразные (таблица 34). Средние значения биомассы (1010 мг/м<sup>3</sup>) соответствовали умеренному классу продуктивности (таблица 35).

Таблица 34 – Таксономический состав зоопланктона р. Маканши

Группа	Таксон
<i>Copepoda</i>	<i>Arctodiaptomus salinus</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Daphnia magna</i>

Таблица 35 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Маканши

Группы зоопланктеров	р. Маканши	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	-	-
<i>Copepoda</i>	273,6	800
<i>Cladocera</i>	38,4	210
Всего	312,0	1010

В составе макрозообентоса реки Маканши были зафиксированы личинки стрекоз, пиявки и малощетинковые черви *Oligochaeta*. По численности преобладали олигохеты (61,3%), однако из-за их малых размеров доля их в общей биомассе была минимальной (2,3%). Основу биомассы (64,5%) составляли пиявки *Erpobdella octoculata* (таблица 36). Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 36 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Маканши.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Пиявки	<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus)	40	4,49
	<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus)	120	2,25
Малощетинковые черви	<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	320	0,14
Личинки стрекоз	<i>Coenagrion pulchellum</i>	40	0,18
Всего		520	7,06

Биомасса макрозообентоса составила 7,06 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам со средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Хатынсу. В р. Хатынсу было обнаружено 3 таксона планктонных беспозвоночных (таблица 37). Средние значения биомассы (1074 мг/м<sup>3</sup>) соответствовали умеренному классу продуктивности (таблица 38). Основной вклад в значения численности вносили *Copepoda*.

Таблица 37 - Таксономический состав зоопланктона р. Хатынсу

Группа	Таксон
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Macrocyclus albidus</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Daphnia galeata</i>

Таблица 38 - Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона

Группы зоопланктеров	р. Хатынсу	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	-	-
<i>Copepoda</i>	116,0	847
<i>Cladocera</i>	26,6	79
Всего	238,9	1074

В составе макрозообентоса реки Хатынсу были обнаружены личинки ручейников и двукрылых, а также моллюски и малощетинковые черви *Oligochaeta* и гаммарусы. Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны. Наблюдалось массовое развитие гаммарусов *Gammaridae* sp., численность которых составила 400 экз./м<sup>2</sup> (таблица 39). По биомассе преобладали те же ракообразные.

Таблица 39 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Хатынсу.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки ручейников	<i>Limnophilus</i> sp.	80	0,60
Личинки двукрылых	<i>Ceratopogonidae</i> sp.	40	0.22
	<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen)	80	1.40
Гаммарусы	<i>Gammaridae</i> sp.	400	10.45
Моллюски	<i>Valvata pulchella</i> Studer	40	1.95
Малощетинковые черви	<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	40	0.06
	Всего	600	14,68

Биомасса макрозообентоса составила 14,68 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Багубай-Жантезек. В р. Багубай-Жантезек в составе зоопланктона обнаружены только ракообразные *Copepoda* и *Cladocera* (таблица 40). Средние значения биомассы (1221 мг/м<sup>3</sup>) соответствовали умеренному классу продуктивности (таблица 41).

Таблица 40 - Таксономический состав зоопланктона р. Багубай-Жантезек

Группа	Таксон
<i>Copepoda</i>	<i>Arctodiaptomus salinus</i>
	<i>Neurodiaptomus incongruens</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Daphnia magna</i>

Таблица 41 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Багубай-Жантесек

Группы зоопланктеров	р. Багубай-Жантесек	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	-	-
<i>Copepoda</i>	273,6	949
<i>Cladocera</i>	38,4	272
Всего	312,0	1221

Зообентос реки Багубай – Жантесек не богат и представлен четверо группами водных беспозвоночных – это личинки ручейников, веснянок и двукрылых, а также личинки жука. Наиболее многочисленны мелкие формы личинок хирономид *Procladius* sp. и их численность составила 360 экз./м<sup>2</sup>. По показателям биомассы доминировали личинки ручейников (таблица 42). Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 42 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Багубай -Жантесек

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки веснянок	<i>Haploperla lepnevae Zhiltzova Zwick</i>	80	1,25
Личинки ручейников	<i>Hydropsyche ornatula</i>	200	3,60
Личинки двукрылых	<i>Procladius</i> sp.	360	0,50
Личинки жуков	<i>Orectochilus villosus</i>	40	0,87
	Всего	600	6,22

Биомасса макрозообентоса составила 6,22 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам со средним классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

р. Шошкалы. В составе зоопланктона р. Шошкалы было определено 4 видов зоопланктона, из них 3 веслоногие рачки, 1 ветвистусых рачка (таблица 43). Значения численности составили 65,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 461 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало низкому уровню продуктивности (таблица 44).

Таблица 43 – Таксономический состав зоопланктона р. Шошкалы

Группа	Таксон
<i>Copepoda</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Cyclops vicinus</i>
	<i>Neurodiaptomus incongruens</i>
<i>Cladocera</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>

Таблица 44 – Значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона р. Шошкалы

Группы зоопланктеров	р. Шошкалы	
	Ч	Б
<i>Rotifera</i>	-	-
<i>Copepoda</i>	48,2	321
<i>Cladocera</i>	17,1	140
Всего	65,3	461

В составе макрозообентоса реки Шошканы были обнаружены только два вида хирономид и два вида моллюсков и по 1 виду пиявок и гаммарусов. По показателям биомассы доминировали ракообразные *Gammaridae* sp., на долю которых приходится 53% от общих значений биомассы макрозообентоса (таблица 45). Среди обнаруженных беспозвоночных нет редких, исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Все виды широко распространены и в нашем регионе обычны.

Таблица 45 – Таксономический состав, численность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) бентоса реки Шошканы.

Группа	Таксон	Численность	Биомасса
Личинки двукрылых	<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus)	80	1,60
	<i>Tanytus punctipennis</i> Meigen	40	0,16
Моллюски	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus)	40	1,75
	<i>Valvata depressa</i> C. Pfeiffer	80	0,61
Пиявки	<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus)	40	1,11
Гаммарусы	<i>Gammaridae</i> sp.	120	5,80
Всего		400	11,03

Биомасса макрозообентоса составила 11,03 г/м<sup>2</sup>, что соответствует водоемам с повышенным классом трофности по шкале С.П. Китаева [5].

#### 4 Анализ современного состояния ихтиофауны района исследований

Ихтиофауна обследованных рек представлена 5 видами рыб: окунь, плотва, елец, голец и голян. На р. Ай в уловах присутствовали плотва 7 шт., окунь 3 шт. и елец 2 шт. Средний вес окуня составил 125 гр., средний вес плотва составил 94 гр., а средний вес ельца составил 80 граммов.

На р. Узынбулак в уловах присутствовали голян 6 шт. и голец 2 шт. Средний вес голяна составил 45 гр., средний вес гольца составил 75 гр. На р. Каракол в уловах присутствовали окунь 5 шт., голян 4 шт. и голец 2 шт. Средний вес окуня составил 95 гр., средний вес голяна составил 50 гр., а средний вес гольца составил 65 граммов.

На р. Малый Текебулак в уловах присутствовал голян в количестве 4 шт. Средний вес голяна составил 55 гр. На р. Большой Текебулак в уловах присутствовали окунь 2 шт. и голян 3 шт. Средний вес окуня составил 85 гр., а средний вес голяна составил 45 граммов. На р. Лайбулак в уловах присутствовали плотва 4 шт. и голец 5 шт. Средний вес плотвы составил 90 гр. а средний вес гольца составил 65 граммов.

На р. Егинсу в уловах присутствовали плотва 4 шт., окунь 2 шт. и голян 5 шт. Средний вес окуня составил 110 гр., средний вес плотва составил 125 гр., а средний вес голяна составил 55 граммов. На р. Урджар в уловах присутствовали плотва 6 шт., окунь 5 шт., голец 2 шт. и голян 2 шт. Средний вес окуня составил 135 гр., средний вес плотва составил 105 гр., средний вес гольца составил 75 гр., а средний вес голяна составил 45 граммов.

На р. Таскен в уловах присутствовали окунь 2 шт. и голян 2 шт. Средний вес окуня составил 85 гр. а средний вес голяна составил 60 граммов. На р. Кольденен в уловах присутствовали голец 2 шт. и голян 5 шт. Средний вес гольца составил 65 гр., а средний вес голяна составил 45 граммов. На р. Карагайлы в уловах присутствовал голян в количестве 4 шт. Средний вес голяна составил 55 граммов. На р. Маканшы в уловах присутствовали окунь 2 шт., голец 7 шт. и голян 2 шт. Средний вес окуня составил 85 гр., средний вес гольца составил 55 гр., а средний вес голяна составил 35 граммов.

На р. Катынсу в уловах присутствовали окунь 1 шт. и голян 4 шт. Средний вес окуня составил 105 гр., а средний вес голяна составил 50 граммов. На р. Багубай-Жантезек в уловах присутствовал голян в количестве 7 шт. Средний вес голяна составил

45 граммов. На р. Шошкалы в уловах присутствовали плотва 2 шт. и голец 5 шт. Средний вес плотвы составил 85 гр., а средний вес гольца составил 65 граммов.

## 5 Расчет ожидаемого ущерба рыбным запасам

### 5.1 Расчет ожидаемого ущерба по макрозообентосу

В соответствии с «Методикой исчисления размера компенсации вреда..., 2017» [1], биомасса погибших организмов определяется по формуле (1):

$$N_i = \Pi_i \times W_o(S_o) \times \frac{(100 - K_i)}{100}$$

(1)

где  $\Pi_i$  – средняя за период неблагоприятного воздействия концентрация или плотность гидробионтов данного вида, стадии или весовой категории в зоне неблагоприятного воздействия или районе проведения работ;

$W_o(S_o)$  – объем или площадь зоны неблагоприятного воздействия;

$K_i$  – коэффициент выживаемости гидробионтов при неблагоприятном воздействии, в %.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится с применением кормовых коэффициентов перевода органического вещества по трофической цепи по формуле (2):

$$B_r = B_k \frac{P/B \times k_3}{(k_2 \times 100)}$$

(2)

где  $B_r$  – биомасса рыбной продукции, кг;

$B_k$  – биомасса кормовых гидробионтов, кг;

$P/B$  – коэффициент продуцирования;

$k_2$  – кормовой коэффициент перевода полученной продукции в рыбопродукцию;

$k_3$  – показатель использования кормовой базы рыбами (%).

При расчете  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса были использованы удельные продукции групп гидробионтов, существующих в настоящее время. Величины удельной продукции основных групп гидробионтов взяты из «Методических рекомендаций...» [2].

*р. Ай.* Общая площадь, на которой полностью погибли кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 768,4 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 27,7$  г/м<sup>2</sup>,  $S_o = 768,4$  м<sup>2</sup>,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 21285,68 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Ай. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	2,89	0,206679539	0,00206679539
<i>Hirudinea</i>	0,028	1,8	0,128727741	0,00360437675
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	8,96	0,640778088	0,00794564829
<i>Chironomidae</i>	0,035	0,333	0,0238146321	0,000833512124

Итого	-	13,983	1	0,0144503326
-------	---	--------	---	--------------

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0144503326. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 154 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 154 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня.

Таким образом, бентос восстановится примерно через 207 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $207 \times 0,0144503326 = 2,99$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 21285,68 \text{ кг} * 2,99 * 80 / (20 * 100) = 2545,76 \text{ кг}$ .

*р. Узынбулак.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $64,8 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 17,21 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 64,8 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $1115,21 \text{ кг}$ .

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Узынбулак. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 47.

Таблица 47 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_v \times D$
<i>Oligochaeta</i>	0,03	0,14	0,00813480534	0,00024404416
<i>Amphipoda</i>	0,013	14,4	0,83672283556	0,01087739686
<i>Trichoptera</i>	0,0275	0,81	0,0470656595	0,00129430563
<i>Chironomidae</i>	0,035	1,86	0,10807669959	0,00378268448
Итого	-	17,21	1	0,0161984311

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0161984311. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 141 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $141 \times 0,0161984311 = 2,28$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 1115,21 \text{ кг} * 2,28 * 80 / (20 * 100) = 101,71 \text{ кг}$ .

*р. Каракол.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $269,6 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 18,99 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 269,6 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $5119,7 \text{ кг}$ .

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Каракол.

Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 48.

Таблица 48 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_v \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	0,17	0,00895208004	0,0000895208
<i>Amphipoda</i>	0,013	15,26	0,80358083201	0,01044655081
<i>Trichoptera</i>	0,0275	0,67	0,03528172722	0,00097024749
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	1,93	0,10163243812	0,00126024223
<i>Chironomidae</i>	0,035	0,96	0,05055292259	0,00176935229
Итого	-	18,99	1	0,0145359136

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0145359136. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 110 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 110 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 163 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $163 \times 0,0145359136 = 2,37$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 5119,7 \text{ кг} * 2,37 * 80 / (20 * 100) = 485,35 \text{ кг}$ .

*р. Малый Текебулак.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 80 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 24,21 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 80 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 1936,8 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Малый Текебулак. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 49.

Таблица 49 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_v \times D$
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	1,69	0,0698058653	0,00086559273
<i>Mollusca</i>	0,01	2,80	0,115654688	0,00115654688
<i>Trichoptera</i>	0,0275	4,61	0,190417183	0,00523647253
<i>Amphipoda</i>	0,013	15,11	0,624122264	0,00811358943
Итого	-	24,21	1	0,0153722016

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0153722016. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 48 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня.

Таким образом, бентос восстановится примерно через 141 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $141 \times 0,0153722016 = 2,17$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...»

[1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1936,8 \text{ кг} * 2,17 * 80 / (20 * 100) = 168,11 \text{ кг}$ .

*р. Большой Текебулак.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $115 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 7,62 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 115 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $876,30 \text{ кг}$ .

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2). *P/B*-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Большой Текебулак. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения *P/B*-коэффициента представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Первичные данные для расчета *P/B*-коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_v \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	0,34	0,0651340996	0,000651340996
<i>Hirudinea</i>	0,028	3,92	0,750957854	0,0210268199
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	0,26	0,0498084291	0,000617624521
<i>Chironomidae</i>	0,035	0,70	0,134099617	0,0046934866
Итого	-	5,22	1	0,026989272

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило  $0,026989272$ . По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 141 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение *P/B*-коэффициента составляет  $141 \times 0,026989272 = 3,81$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 876,30 \text{ кг} * 3,81 * 80 / (20 * 100) = 133,55 \text{ кг}$ .

*р. Лайбулак.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $60,4 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 22,07 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 60,4 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $1333,01 \text{ кг}$ .

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2). *P/B*-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Большой Текебулак. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения *P/B*-коэффициента представлены в таблице 51.

Таблица 51 – Первичные данные для расчета *P/B*-коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_v \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	2,81	0,12732215677	0,00127322156
<i>Trichoptera</i>	0,0275	16,97	0,76891708201	0,02114521975
<i>Hirudinea</i>	0,028	1,07	0,0484821024	0,00135749886
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	1,22	0,05527865881	0,00068545536



Итого	-	22,07	1	0,0244588853
-------	---	-------	---	--------------

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0244588853. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 141 дней.

Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $141 \times 0,0244588853 = 3,45$  Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1333,01 \text{ кг} * 3,45 * 80 / (20 * 100) = 183,96 \text{ кг}$ .

*р. Егинсу.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 1966,4 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 5,96 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 1966,4 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 11719,74 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Егинсу. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 52.

Таблица 52 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_B \times D$
<i>Chironomidae</i>	0,035	4,84	0,81344537815	0,028477058823
<i>Hirudinea</i>	0,028	1,11	0,18655462184	0,00522352941
Итого	-	5,95	1	0,0337005882

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0337005882. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 286 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 286 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня.

Таким образом, бентос восстановится примерно через 339 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $339 \times 0,0337005882 = 11,42$  Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 11719,74 \text{ кг} * 11,42 * 80 / (20 * 100) = 5353,6 \text{ кг}$ .

*р. Урджар.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 674 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 5,93 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 674 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 3996,82 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Урджар. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Trichoptera</i>	0,0275	1,84	0,3102866779	0,00853288364
<i>Ephemeroptera</i>	0,0124	2,35	0,39629005059	0,00491399662
<i>Chironomidae</i>	0,035	1,74	0,2934232715	0,0102698145
Итого	-	5,93	1	0,0237166948

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0237166948. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 132 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 132 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 185 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $185 \times 0,0237166948 = 4,39$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 3996,82 \text{ кг} \times 4,39 \times 80 / (20 \times 100) = 701,84 \text{ кг}$ .

*р. Таскен.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 121,4 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 6,35 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 121,4 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 770,89 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Таскен. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 54.

Таблица 54 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	3,31	0,52125984251	0,00521259842
<i>Chironomidae</i>	0,035	3,04	0,47874015748	0,01675590551
Итого	-	6,35	1	0,02196850393

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,02196850393. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 99 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 152 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $152 \times 0,02196850393 = 3,34$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 770,89 \text{ кг} \times 3,34 \times 80 / (20 \times 100) = 102,99 \text{ кг}$ .

*р. Колденен.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 691 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 9,97 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 691 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 6847,81 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Кольденен. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 55.

Таблица 55 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Amphipoda</i>	0,013	0,95	0,095285585757	0,00123871261
<i>Chironomidae</i>	0,035	9,02	0,90471414242	0,03166499498
Итого	-	9,97	1	0,0329037076

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0329037076. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 132 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 132 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 185 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$ -коэффициента составляет  $185 \times 0,0329037076 = 6,1$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 6847,81 \text{ кг} * 6,1 * 80 / (20 * 100) = 1671 \text{ кг}$ .

*р. Карагайлы.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 46 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 15,16 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 46 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 697,36 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Карагайлы. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 56.

Таблица 56 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	2,13	0,17444717444	0,00174447174
<i>Trichoptera</i>	0,0275	1,74	0,1425061425	0,00391891891
<i>Chironomidae</i>	0,035	8,34	0,68304668304	0,0239066339
Итого	-	12,21	1	0,0295700246

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0295700246. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 99 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через

1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 152 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $152 \times 0,0295700246 = 4,49$  Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $Vr = 697,36 \text{ кг} * 4,49 * 80 / (20 * 100) = 125,23 \text{ кг}$ .

*р. Маканши.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $59,4 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 7,06 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 59,4 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $419,36 \text{ кг}$ . Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Маканши. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 57.

Таблица 57 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_v \times D$
<i>Oligochaeta</i>	0,03	0,14	0,0203488372	0,00061046511
<i>Hirudinea</i>	0,028	6,74	0,97965116279	0,02743023255
Итого	-	6,88	1	0,02804069766

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило  $0,02804069766$ . По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 99 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 152 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $152 \times 0,02804069766 = 4,26$  Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $Vr = 419,36 \text{ кг} * 4,26 * 80 / (20 * 100) = 71,45 \text{ кг}$ .

*р. Хатынсу.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет  $357,6 \text{ м}^2$ .

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $\Pi_i = 14,68 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 357,6 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит  $5249,57 \text{ кг}$ .

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Хатынсу. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 58.

Таблица 58 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_v$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_v \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	1.95	0,13283378746	0,00132833787
<i>Oligochaeta</i>	0,03	0.06	0,00408719346	0,0001226158
<i>Amphipoda</i>	0,013	10.45	0,71185286103	0,00925408719

<i>Trichoptera</i>	0,0275	0,60	0,0408719346	0,0011239782
<i>Chironomidae</i>	0,035	1,62	0,11035422343	0,00386239782
Итого	-	14,68	1	0,0156914169

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0156914169. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 66 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 66 суток.

Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 119 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $119 \times 0,0156914169 = 1,87$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 5249,57 \text{ кг} * 1,87 * 80 / (20 * 100) = 392,67 \text{ кг}$ .

*р. Багубай-Жантезек.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 321 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1) :  $P_i = 6,22 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 321 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 1996,62 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2).  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Багубай – Жантезек. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 59.

Таблица 59 – Первичные данные для расчета  $P/B$ -коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $S_b$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$S_b \times D$
<i>Trichoptera</i>	0,0275	3,60	0,87804878	0,02414634145
<i>Chironomidae</i>	0,035	0,50	0,12195122	0,0042682927
Итого	-	4,10	1	0,02841463415

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,02841463415. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 66 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 66 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 119 дней.

Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  -коэффициента составляет  $119 \times 0,02841463415 = 3,38$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1996,62 \text{ кг} * 3,38 * 80 / (20 * 100) = 269,94 \text{ кг}$ .

*р. Шошканы.* Общая площадь, на которой полностью погибнут кормовые для рыб донные беспозвоночные, составляет 382,8 м<sup>2</sup>.

Расчет ожидаемого ущерба по бентосу производится по формуле (1):  $P_i = 11,03 \text{ г/м}^2$ ,  $S_o = 382,8 \text{ м}^2$ ,  $K_i = 0$ , отсюда общая биомасса погибших организмов макрозообентоса составит 4222,28 кг.

Пересчет биомассы кормовых гидробионтов в биомассу рыбной продукции производится по формуле (2). *P/B*-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп беспозвоночных, присутствующих в бентосе реки Шошканы.

Первичные данные для расчета средневзвешенного значения *P/B*-коэффициента представлены в таблице 60.

Таблица 60 – Первичные данные для расчета *P/B*-коэффициента макрозообентоса

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_B$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , г/м <sup>2</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_B \times D$
<i>Mollusca</i>	0,01	2,36	0,21396192203	0,00213961922
<i>Hirudinea</i>	0,028	1,11	0,10063463281	0,00281776971
<i>Amphipoda</i>	0,013	5,80	0,52583862194	0,00683590208
<i>Chironomidae</i>	0,035	1,76	0,1595648232	0,00558476881
Итого	-	11,03	1	0,0173780598

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зообентоса составило 0,0173780598. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться 110 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 110 суток. Из литературных источников известно [8,9], что после окончания дноуглубительных работ бентос восстанавливается через 1,5-2 месяца, в среднем через 1,75 месяца или через 53 дня. Таким образом, бентос восстановится примерно через 163 дней. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение *P/B* -коэффициента составляет  $163 \times 0,026989272 = 4,39$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $W_r = 4222,28 \text{ кг} \times 4,39 \times 80 / (20 \times 100) = 741,43 \text{ кг}$ .

## 5.2 Расчет ожидаемого ущерба по зоопланктону

Расчет ущерба по зоопланктону проводится по тем же формулам, что и по макрозообентосу. Величины удельной продукции основных групп гидробионтов взяты из «Методических рекомендаций...» [2].

*р. Ай.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 768,4 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1,4 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 1075,76 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,1 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 1,4$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 890,17 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (10 м) на длину (890,17 м) и на глубину (1,4 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 12462,38 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 13538,14 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 97 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,59 кг. Полученную ( $N_i$ ) 590939,811 мг переводим в 0,59 кг.

$$N_i = 97 * 13538,14 * ((100 - 55) / 100) = 590939,811 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 932,84 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 97 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,09 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,68 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Ай в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 61.

Таблица 61 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	3	0,0309278350	0,02319587625
<i>Copepoda</i>	0,1	67	0,6907216495	0,06907216495
<i>Cladocera</i>	0,175	27	0,2783505155	0,04871134021
Итого	-	97	1	0,14097938141

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,14097938141. По данным календарного графика работ, дноуглибительные работы будут проводиться в среднем 154 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 154 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 61), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Ай составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,06907216495 * 10 + 0,04871134021 * 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 154,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $154,9 \times 0,14097938141 = 21,8$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,68 \text{ кг} * 21,8 * 80 / (10 * 100) = 1,2 \text{ кг}$

Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 2546,96 кг рыбы.

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: плотва – 58,3%, окунь – 25%, елец – 16,7 %. Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: плотва – 1484,88

кг, окунь – 636,74 кг, елец – 425,34 кг. Плотва, окунь, елец относятся к категории «мелкий частик», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 2546,96 кг.

р. Узынбулак. Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 64,8 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,7 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 45,36 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания (L, м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где V – скорость течения, м/с; h – высота подъема частиц грунта, м; w – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,8 м/с. За величину h обычно принимают глубину водоема, в нашем случае h = 0,7 м. Гидравлическая крупность частиц (w) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 323,7 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3 м) на длину (323,7 м) и на глубину (0,7 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 679,77 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 725,13 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 47$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,015 кг. Полученную ( $N_i$ ) 15336,4995 мг переводим в 0,015 кг.

$$N_i = 47 \cdot 725,13 \cdot ((100 - 55) / 100) = 15336,4995 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 78,67 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 47 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,0037 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,02 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. P/B-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Узынбулак в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения P/B-коэффициента представлены в таблице 62.

Таблица 62 – Первичные данные для расчета P/B - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, B, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	$C_p \times Д$
<i>Rotifera</i>	0,75	23	0,4893617021	0,36702127657
<i>Copepoda</i>	0,1	24	0,5106382979	0,05106382979
<i>Cladocera</i>	0,175	-	-	-
Итого	-	47	1	0,41808510636



Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,41808510636. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 62), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Узынбулак составляют копеподы и коловратки, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 1,5 суток для кладоцер:  $0,05106382979 * 10 + 0,36702127657 * 1,5 = 1,1$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 89,1 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $89,1 * 0,41808510636 = 37,3$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,02 \text{ кг} * 37,3 * 80 / (10 * 100) = 0,06 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 101,77 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: гольян – 75%, голец – 25%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: гольян – 76,33 кг, голец – 25,44 кг. Гольян и голец относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 101,77 кг.

*р. Каракол.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 269,6 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1,5 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 404,4 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,4 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 1,5$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 1213,87 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (10 м) на длину (1213,87 м) и на глубину (1,5 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 18208,05 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 18612,45 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 583 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 4,88 кг. Полученную ( $N_i$ ) 4882976,2575 мг переводим в 4,88 кг.

$$N_i = 583 * 18612,45 * ((100-55)/100) = 4882976,2575 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 327,29 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потреблённой воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 583 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,19 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 5,1 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. *P/B*-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Каракол в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения *P/B*-коэффициента представлены в таблице 63.

Таблица 63 – Первичные данные для расчета *P/B* - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, С <sub>р</sub> , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, Б, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	С <sub>р</sub> × Д
<i>Rotifera</i>	0,75	6	0,0102915952	0,0077186964
<i>Copepoda</i>	0,1	322	0,5523156089	0,05523156089
<i>Cladocera</i>	0,175	255	0,4373927959	0,07654373928
Итого	-	583	1	0,13949399657

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,13949399657. По данным календарного графика работ, дноуглибительные работы будут проводиться в среднем 110 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 110 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 63), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Каракол составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,05523156089 * 10 + 0,07654373928 * 6 = 1$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 111 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение *P/B* - коэффициента составляет  $111 \times 0,13949399657 = 15,4$ . Коэффициенты *k*<sub>2</sub> и *k*<sub>3</sub> взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 5,1 \text{ кг} * 15,4 * 80 / (10 * 100) = 6,3 \text{ кг}$

Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 491,65 кг рыбы.

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: окунь – 45,4 %, голянь – 36,4%, голец – 18,2%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: окунь – 223,21 кг, голянь – 178,96 кг, голец – 89,48 кг. Окунь, голянь, голец относятся к категории «мелкий частик», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 491,65 кг.

р. Малый Текебулак. Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 80 м<sup>2</sup>. При

средней глубине реки 0,6 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 48 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания (L, м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где V – скорость течения, м/с; h – высота подъема частиц грунта, м; w – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,7 м/с. За величину h обычно принимают глубину водоема, в нашем случае h = 0,6 м. Гидравлическая крупность частиц (w) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 242,77 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (2,5 м) на длину (242,77 м) и на глубину (0,6 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 364,16 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 412,16 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 1415$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,26 кг. Полученную ( $N_i$ ) 262442,88 мг переводим в 0,26 кг.

$$N_i = 1415 \cdot 412,16 \cdot ((100 - 55) / 100) = 262442,88 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 97,12 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потреблённой воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 1415 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,14 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,4 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. P/B-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Малый Текебулак в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения P/B-коэффициента представлены в таблице 64.

Таблица 64 – Первичные данные для расчета P/B - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, Б, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	$C_p \times Д$
<i>Rotifera</i>	0,75	3	0,0021201413	0,00159010597
<i>Copepoda</i>	0,1	1406	0,9936395760	0,0993639576
<i>Cladocera</i>	0,175	6	0,0042402827	0,00074204947
Итого	-	1415	1	0,10169611304

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,10169611304. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 64), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Малый Текебулак

составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,0993639576 * 10 + 0,00074204947 * 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 88,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $88,9 \times 0,10169611304 = 9$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,4 \text{ кг} * 9 * 80 / (10 * 100) = 0,288 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 168,398 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: гольян – 100%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: гольян – 168,398 кг. Гольян относится к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 168,398 кг.

*р. Большой Текебулак.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 115 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,9 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 103,5 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,9 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,9$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 468,21 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3 м) на длину (468,21 м) и на глубину (0,9 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1264,17 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 1367,67 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 572 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,35 кг. Полученную ( $N_i$ ) 352038,258 мг переводим в 0,35 кг.

$$N_i = 572 * 1367,67 * ((100-55)/100) = 352038,258 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 139,61 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 572 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,08 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,43 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Большой Текебулак в период исследований.

Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 65.

Таблица 65 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	33	0,0576923077	0,04326923077
<i>Copepoda</i>	0,1	372	0,6503496503	0,06503496503
<i>Cladocera</i>	0,175	167	0,2919580420	0,05109265735
Итого	-	572	1	0,15939685315

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,15939685315. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 65), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Большой Текебулак составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,06503496503 \times 10 + 0,05109265735 \times 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 88,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $88,9 \times 0,15939685315 = 14,2$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,43 \text{ кг} \times 14,2 \times 80 / (10 \times 100) = 0,5 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 134,05 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: окунь – 40%, гольян – 60%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: окунь – 53,62 кг, гольян – 80,43 кг. Окунь, гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 134,05 кг.

*р. Лайбулак.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 60,4 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,7 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 42,28 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая

крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,2 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,7$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 485,55 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3 м) на длину (485,55 м) и на глубину (0,7 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1019,66 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 1061,94 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 237$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,11 кг. Полученную ( $N_i$ ) 113255,901 мг переводим в 0,11 кг.

$$N_i = 237 * 1061,94 * ((100-55)/100) = 113255,901 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 73,33 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 237 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,017 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,127 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Лайбулак в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 66.

Таблица 66 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	-	-	-
<i>Copepoda</i>	0,1	200	0,8438818565	0,08438818565
<i>Cladocera</i>	0,175	37	0,1561181435	0,02732067511
Итого	-	237	1	0,11170886076

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,11170886076. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 88 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 66), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Лайбулак составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,08438818565 * 10 + 0,02732067511 * 6 = 1$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 89 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $89 \times 0,11170886076 = 9,9$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$

взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 0,127 \text{ кг} * 9,9 * 80 / (10 * 100) = 0,1 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 184,06 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: плотва – 44,4%, голец – 55,6%. Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: плотва – 81,72 кг, голец – 102,34 кг. Плотва, голец относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 184,06 кг.

*р. Егинсу.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 1966,4 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1,1 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 2163,04 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания (L, м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где V – скорость течения, м/с; h – высота подъема частиц грунта, м; w – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,8 м/с. За величину h обычно принимают глубину водоема, в нашем случае h = 1,1 м. Гидравлическая крупность частиц (w) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 1144,51 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3,5 м) на длину (1144,51 м) и на глубину (1,1 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 4406,3635 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 6569,4035 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 369 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 1,09 кг. Полученную ( $N_i$ ) 1090849,45117 мг переводим в 1,09 кг.

$$N_i = 369 * 6569,4035 * ((100-55)/100) = 1090849,45117 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 2387,21 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 369 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,88 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 1,97 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. P/B-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Егинсу в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения P/B-коэффициента представлены в таблице 67.

Таблица 67 – Первичные данные для расчета P/B - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, С <sub>р</sub> , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, Б, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	С <sub>р</sub> × Д
<i>Rotifera</i>	0,75	5	0,013550136	0,010162602
<i>Copepoda</i>	0,1	230	0,623306233	0,062330623
<i>Cladocera</i>	0,175	134	0,363143631	0,063550135
Итого	-	369	1	0,136043361

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,136043361. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 286 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 286 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 68), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Егинсу составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,062330623 * 10 + 0,063550135 * 6 = 1$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 287 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $287 \times 0,136043361 = 30$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1,97 \text{ кг} * 30 * 80 / (10 * 100) = 4,728 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 5358,328 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: плотва – 36,36 %, окунь – 18,18 %, гольян – 45,46 %.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: плотва – 1948,288 кг, окунь – 974,144 кг, гольян – 2435,896 кг. Плотва, окунь, гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 5358,328 кг.

*р. Урджар.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производится работа составляет 674 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1,4 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 943,6 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания (L, м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где V – скорость течения, м/с; h – высота подъема частиц грунта, м; w – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 2,1 м/с. За величину h обычно принимают глубину водоема, в нашем случае h = 1,4 м. Гидравлическая крупность частиц (w) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 1699,42 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (12 м) на длину (1699,42 м) и на глубину (1,4 м).



Таким образом, объем шлейфа будет равен 28550,26 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 29493,86 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 641$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 8,51 кг. Полученную ( $N_i$ ) 8507503,917 мг переводим в 8,51 кг.

$$N_i = 641 * 29493,86 * ((100-55)/100) = 8507503,917 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 818,24 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 641 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,52 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 9,03 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Урджар в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 68.

Таблица 68 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	45	0,070202808	0,052652106
<i>Copepoda</i>	0,1	335	0,522620905	0,052262091
<i>Cladocera</i>	0,175	261	0,407176287	0,07125585
Итого	-	641	1	0,176170047

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,176170047. По данным календарного графика работ, дноуглибительные работы будут проводиться в среднем 132 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 132 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 68), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Урджар составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,052262091 * 10 + 0,07125585 * 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 132,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $132,9 \times 0,176170047 = 23,4$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $V_r = 9,03 \text{ кг} * 23,4 * 80 / (10 * 100) = 16,9 \text{ кг}$ .

Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 718,74 кг рыбы.

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских

уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: плотва – 40,1 %, окунь – 33,3 %, голец – 13,3 %, голянь – 13,3 %.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: плотва – 288,22 кг, окунь – 239,34 кг, голец – 95,59 кг, голянь – 95,59 кг. Плотва, окунь, голец, голянь относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 718,74 кг.

*р. Таскен.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 121,4 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 121,4 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания (L, м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где V – скорость течения, м/с; h – высота подъема частиц грунта, м; w – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,8 м/с. За величину h обычно принимают глубину водоема, в нашем случае h = 1 м. Гидравлическая крупность частиц (w) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 1040,46 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3 м) на длину (1040,46 м) и на глубину (1 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 3121,38 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 3242,78 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $П_i = 544 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,79 кг. Полученную ( $N_i$ ) 793832,544 мг переводим в 0,79 кг.

$$N_i = 544 \cdot 3242,78 \cdot ((100-55)/100) = 793832,544 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 147,38 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 544 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,08 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,87 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. P/B-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Таскен в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения P/B-коэффициента представлены в таблице 69.

Таблица 69 – Первичные данные для расчета P/B - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, B, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	$C_p \times Д$
<i>Rotifera</i>	0,75	72	0,132352941	0,099264706
<i>Copepoda</i>	0,1	312	0,573529412	0,057352941
<i>Cladocera</i>	0,175	160	0,294117647	0,051470588
Итого	-	544	1	0,208088235

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,208088235. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 88 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 69), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Таскен составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,057352941 * 10 + 0,051470588 * 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 99,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $99,9 \times 0,208088235 = 20,8$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,87 \text{ кг} * 20,8 * 80 / (10 * 100) = 1,5 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 104,49 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 г., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: окунь – 33,3 %, гольян – 66,7% .

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: окунь – 34,80 кг, гольян – 69,69 кг. Окунь, гольян относятся к категории «мелкий частик», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 104,49 кг.

*р. Колденен.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 691 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,9 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 621,9 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,9 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,9$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 468,21 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (8 м) на длину (468,21 м) и на глубину (0,9 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 3371,11 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 3993,01 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 40 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,072 кг. Полученную ( $N_i$ ) 71874,18 мг переводим в 0,072 кг.

$$N_i = 40 * 3993,01 * ((100-55)/100) = 71874,18 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 838,87 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 40 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,034 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,106 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса. *P/B*-коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Колденен в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения *P/B*-коэффициента представлены в таблице 70.

Таблица 70 – Первичные данные для расчета *P/B* - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, С <sub>р</sub> , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, Б, мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, Д	С <sub>р</sub> × Д
<i>Rotifera</i>	0,75	4	0,1	0,075
<i>Copepoda</i>	0,1	30	0,75	0,075
<i>Cladocera</i>	0,175	6	0,15	0,9
Итого	-	40	1	0,905625

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,905625. По данным календарного графика работ, дноуглибительные работы будут проводиться в среднем 132 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 132 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 70), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Колденен составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,075 * 10 + 0,9 * 6 = 6,2$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 138,2 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение *P/B* - коэффициента составляет  $138,2 \times 0,905625 = 125,2$ . Коэффициенты *k*<sub>2</sub> и *k*<sub>3</sub> взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,106 \text{ кг} * 125,2 * 80 / (10 * 100) = 1,06 \text{ кг}$ .

Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 1672,06 кг рыбы.

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: голец – 28,6%, гольян – 71,4%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: голец – 478,21 кг, гольян – 1193,85 кг. Голец и гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 1672,06 кг.

*р. Карагайлы.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 46 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,6 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 27,6 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,7 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,6$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 242,77 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (7 м) на длину (242,77 м) и на глубину (0,6 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1019,63 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 1047,23 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 477$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,22 кг. Полученную ( $N_i$ ) 224787,9195 мг переводим в 0,22 кг.

$$N_i = 477 \cdot 1047,23 \cdot ((100-55)/100) = 224787,9195 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 55,84 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 477 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,027 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,247 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Карагайлы в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 71.

Таблица 71 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	49	0,102725367	0,077044025
<i>Copepoda</i>	0,1	360	0,754716981	0,075471698
<i>Cladocera</i>	0,175	68	0,142557652	0,024947589
Итого	-	477	1	0,177463312

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,177463312. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 99 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 71), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Карагайлы составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании

10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,075471698 * 10 + 0,024947589 * 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 99,9 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $99,9 * 0,177463312 = 17,7$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,247 \text{ кг} * 17,7 * 80 / (10 * 100) = 0,3 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 125,53 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 г., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: гольян – 100%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: гольян – 125,53 кг. Гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 125,53 кг.

*р. Маканиши.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 59,4 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,8 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 47,52 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,3 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,8$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 601,16 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (4 м) на длину (601,16 м) и на глубину (0,8 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1923,71 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 1971,23 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 1010 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 0,9 кг. Полученную ( $N_i$ ) 895924,035 мг переводим в 0,9 кг.

$$N_i = 1010 * 1971,23 * ((100 - 55) / 100) = 895924,035 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 72,11 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потреблённой воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 1010 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,073 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 0,973 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Маканши в период исследований.

Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 72.

Таблица 72 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
<i>Rotifera</i>	0,75	-	-	-
<i>Copepoda</i>	0,1	800	0,079207921	0,007920792
<i>Cladocera</i>	0,175	210	0,207920792	0,036386139
Итого	-	1010	0,287128713	0,044306931

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,044306931. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 99 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 99 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 72), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Маканши составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,007920792 \times 10 + 0,036386139 \times 6 = 0,3$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 99,3 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $99,3 \times 0,044306931 = 4,4$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 0,973 \text{ кг} \times 4,4 \times 80 / (10 \times 100) = 0,3 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 71,75 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 г., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: окунь – 18,2 %, голец – 63,6 %, гольян – 18,2%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: окунь – 13,06 кг, голец – 45,63 кг, гольян – 13,06 кг. Окунь, голец, гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 71,75 кг.

*р. Хатынсу.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 357,6 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,9 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 321,84 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V \cdot h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,4 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,9$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 728,32 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (3 м) на длину (728,32 м) и на глубину (0,9 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1966,46 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 2288,3 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 1074$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 1,11 кг. Полученную ( $N_i$ ) 1105935,39 мг переводим в 1,11 кг.

$$N_i = 1074 \cdot 2288,3 \cdot ((100-55)/100) = 1105935,39 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 434,13 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 1074 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,47 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 1,58 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Хатынсу в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 73.

Таблица 73 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
Rotifera	0,75	-	-	-
Copepoda	0,1	847	0,788640596	0,07886406
Cladocera	0,175	79	0,073556797	0,012872439
Итого	-	1074	0,862197393	0,091736499

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,091736499. По данным календарного графика работ, дноуглибительные работы будут проводиться в среднем 66 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 66 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 73), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Хатынсу составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,07886406 \cdot 10 + 0,012872439 \cdot 6 = 0,9$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 66,9 дня. Отсюда, рассчитанное



средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $66,9 \times 0,091736499 = 6,1$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1,58 \text{ кг} * 6,1 * 80 / (10 * 100) = 0,8 \text{ кг}$

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 393,47 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 г., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: окунь – 20%, гольян – 80%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: окунь – 78,694 кг, гольян – 314,776 кг. Окунь, гольян относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 393,47 кг.

*р. Бағубай-Жантөзек.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работы составляет 321 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 0,8 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 256,8 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 1,1 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 0,8$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 508,67 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (4 м) на длину (508,67 м) и на глубину (0,8 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 1627,74 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_o$  для зоопланктона составит 1884,54 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 1221 \text{ мг/м}^3$ . Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 1,04 кг. Полученную ( $N_i$ ) 1035460,503 мг переводим в 1,04 кг.

$$N_i = 1221 * 1884,54 * ((100-55)/100) = 1035460,503 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 389,69 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 1221 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,48 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 1,52 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Бағубай-Жантөзек в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 74.

Таблица 74 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
Rotifera	0,75	-	-	-
Copepoda	0,1	949	0,777231777	0,077723178
Cladocera	0,175	272	0,222768223	0,038984439
Итого	-	1221	1	0,116707617

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,116707617. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 66 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 66 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 74), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Багубай-Жантезек составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,077723178 * 10 + 0,038984439 * 6 = 1,0$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 67 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $67 \times 0,116707617 = 7,8$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1,52 \text{ кг} * 7,8 * 80 / (10 * 100) = 0,9 \text{ кг}$ .

*Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 270,84 кг рыбы.*

Полученная расчетная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: гольян – 100%.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: гольян – 270,84 кг. Гольян относится к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 270,84 кг.

*р. Шошканы.* Согласно предоставленной в письме от 24 марта 2023 года за №23-02-67 ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» площадь водоема где будут производиться работа составляет 382,8 м<sup>2</sup>. При средней глубине реки 1,2 м зона замутнения воды над площадью производимых работ составит 459,36 м<sup>3</sup>.

Проектом предусмотрены дноуглубительные работы. При выемке и перемещении грунта вследствие уноса создается зона замутнения. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов.

Длина (протяженность) взмучивания ( $L$ , м) определяется по формуле:  $L = V * h / w$ , где  $V$  – скорость течения, м/с;  $h$  – высота подъема частиц грунта, м;  $w$  – гидравлическая крупность частиц, м/с. Скорость течения в месте работ составляет в среднем 0,9 м/с. За величину  $h$  обычно принимают глубину водоема, в нашем случае  $h = 1,2$  м. Гидравлическая крупность частиц ( $w$ ) определяется по справочнику проектировщика и зависит от их диаметра и равна 0,00173 м/сек, т.к. основную часть грунта составляет мелкодисперсная фракция ил. Подставив эти значения в формулу, получаем протяженность оседания взмученного грунта 624,28 м. Чтобы рассчитать объем шлейфа мутности, перемножаем среднюю ширину полосы взмучивания (8 м) на длину (642,28 м) и на глубину (1,2 м).

Таким образом, объем шлейфа будет равен 5993,09 м<sup>3</sup>, а общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия  $W_0$  для зоопланктона составит 6452,45 м<sup>3</sup>.

Процент гибели зоопланктона (по биомассе) в зоне повышенной мутности по данным разных авторов колеблется почти от 0 до 75% [8-11], в среднем составляет 45%, т.е. коэффициент выживаемости  $K_i = 55\%$ .  $P_i = 461$  мг/м<sup>3</sup>. Подставив все данные в формулу расчета биомассы погибших планктонных организмов, получаем  $N_i$  равную 1,34 кг. Полученную ( $N_i$ ) 1338560,7525 мг переводим в 1,34 кг.

$$N_i = 461 * 6452,45 * ((100 - 55) / 100) = 1338560,7525 \text{ мг.}$$

Потребление воды для технических нужд ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железно дорожного транспорта» составит 464,72 м<sup>3</sup>. Водопотребление не будет оказывать отрицательного влияния на макрозообентос, в то же время весь зоопланктон потребленной воды погибнет. Средняя биомасса зоопланктона равняется 461 мг/м<sup>3</sup>, отсюда биомасса погибшего зоопланктона в результате потребления воды составит 0,21 кг.

Общая биомасса погибшего зоопланктона равна 1,55 кг.

Пересчет биомассы зоопланктона в биомассу рыбной продукции производится по той же формуле, что и для макрозообентоса.  $P/B$ -коэффициент рассчитан по величинам удельной продукции основных групп планктонных беспозвоночных, присутствующих в р. Шошканы в период исследований. Первичные данные для расчета средневзвешенного значения  $P/B$ -коэффициента представлены в таблице 75.

Таблица 75 – Первичные данные для расчета  $P/B$  - коэффициента для зоопланктона

Группа гидробионтов	Удельная продукция, $C_p$ , сутки <sup>-1</sup>	Средняя биомасса, $B$ , мг/м <sup>3</sup>	Доля биомассы, $D$	$C_p \times D$
Rotifera	0,75	-	-	-
Copepoda	0,1	321	0,6963123644	0,069631236
Cladocera	0,175	140	0,3036876356	0,053145336
Итого	-	461	1	0,122776573

Рассчитанное средневзвешенное значение удельной продукции зоопланктона составило 0,122776573. По данным календарного графика работ, дноуглубительные работы будут проводиться в среднем 110 суток, т.е. отрицательное воздействие будет длиться 110 суток. Исходя из удельной продукции отдельных групп зоопланктона (таблица 75), восстановление запасов коловраток после окончания отрицательного воздействия будет происходить через 1,5 суток, копепод – через 10 суток, кладоцер – примерно через 6 суток. Так как основу биомассы планктонных беспозвоночных в р. Шошканы составляют копеподы и кладоцеры, рассчитываем средневзвешенное значение периода восстановления зоопланктона после окончания отрицательного воздействия на основании 10 суток для копепод и 6 суток для кладоцер:  $0,069631236 * 10 + 0,053145336 * 6 = 1,01$  суток.

Таким образом, полное восстановление после окончания отрицательного воздействия произойдет в среднем через 111,01 дня. Отсюда, рассчитанное средневзвешенное значение  $P/B$  - коэффициента составляет  $111,01 * 0,122776573 = 13,6$ . Коэффициенты  $k_2$  и  $k_3$  взяты из «Методики исчисления размера ...» [1]. Потери продукции промысловых рыб составят:  $B_r = 1,55 \text{ кг} * 13,6 * 80 / (10 * 100) = 1,7 \text{ кг}$ .

Общая потеря рыбной продукции в результате гибели кормовых организмов составит 743,13 кг рыбы.

Полученная расчётная биомасса рыбопродукции распределяется по наиболее массовым видам рыб, обитающим в районе проведения работ, пропорционально встречаемости этих рыб в контрольных уловах. По данным научно-исследовательских

уловов 2023 гг., встречаемость рыб, потребляющих макрозообентос и зоопланктон, составляет: плотва – 28,6 %, голец – 71,4 %.

Следовательно, рассчитанный вред (по биомассе) распределяется по видам рыб следующим образом: плотва – 212,54 кг, голец – 530,59 кг. Плотва и голец относятся к категории «мелкий частичек», т.е. общий ущерб по этой категории составляет 743,13 кг.

### 5.3 Расчет ожидаемого ущерба по ихтиофауне

При проводимых работах по проекту «Строительство третьего пограничного железнодорожного перехода на казахстанско-китайской границе с выходом на существующий железнодорожный участок Семей-Актогай», по предоставленным данным ТОО «Казахстанский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» от 24 марта 2023 г. за №23-02-67 площади водоемов где непосредственно будут проводиться работы следующие: на р. Ай 768,4 м<sup>2</sup>, на р. Узынбулак 64,8 м<sup>2</sup>, на р. Каракол 269,6 м<sup>2</sup>, на р. Малый Текебулак 80 м<sup>2</sup>, на р. Большой Текебулак 115 м<sup>2</sup>, на р. Лайбулак 60,4 м<sup>2</sup>, на р. Егинсу 1966,4 м<sup>2</sup>, на р. Урджар 674 м<sup>2</sup>, на р. Таскен 121,4 м<sup>2</sup>, на р. Кольденен 691 м<sup>2</sup>, на р. Карагайлы 46 м<sup>2</sup>, на р. Маканшы 59,4 м<sup>2</sup>, на р. Хатынсу 357,6 м<sup>2</sup>, на р. Багубай-Жантезек 321 м<sup>2</sup>, на р. Шошкалы 382,8 м<sup>2</sup>.

При проведении строительно-монтажных и т.д. работ при выемке грунта вследствие уноса создается зона замутнения, где происходит замутнение воды. В зоне замутнения происходит необратимая утрата зоопланктонных организмов, личинок и молоди рыб. Полной гибели будут подвергнуты бентические организмы и личинки и молодь рыб. Учитывая средних глубин рек и зон замутнения общая зона повышенной мутности или объем зоны неблагоприятного воздействия для молоди рыб на месте проводимых работ составляют на р. Ай 13538,14 м<sup>3</sup>, на р. Узынбулак 725,13 м<sup>3</sup>, на р. Каракол 18612,45 м<sup>3</sup>, на р. Малый Текебулак 412,16 м<sup>3</sup>, на р. Большой Текебулак 1367,67 м<sup>3</sup>, на р. Лайбулак 1061,94 м<sup>3</sup>, на р. Егинсу 6569,4 м<sup>3</sup>, на р. Урджар 29493,86 м<sup>3</sup>, на р. Таскен 3242,78 м<sup>3</sup>, на р. Кольденен 3993,01 м<sup>3</sup>, на р. Карагайлы 1047,23 м<sup>3</sup>, на р. Маканшы 1971,23 м<sup>3</sup>, на р. Хатынсу 2288,3 м<sup>3</sup>, на р. Багубай-Жантезек 1884,54 м<sup>3</sup>, на р. Шошкалы 6452,45 м<sup>3</sup>.

В реках за период проведения научно-исследовательских работ зафиксирована всего 5 видов рыб: окунь, плотва, елец, голец и голянь (таблица 76).

В соответствии с «Методике исчисления размера компенсации вреда ..., 2017» [1], численность погибшей молоди определяется по формуле:

$$N_i = \Pi_i \times W_o(S_o) \times \frac{(100 - K_i)}{100}$$

где  $\Pi_i$  – средняя за период неблагоприятного воздействия концентрация или плотность гидробионтов данного вида, стадии или весовой категории в зоне неблагоприятного воздействия или районе проведения работ;

$W_o(S_o)$  – объем или площадь зоны неблагоприятного воздействия;

$K_i$  – коэффициент выживаемости гидробионтов при неблагоприятном воздействии, в %.

Таблица 76 – Расчет гибели молоди рыб

Вид рыбы	Урожайность молоди, экз./м <sup>3</sup>	Количество молоди, экз.	Коэффициент промвозврата, %	Средняя масса, кг	Ущерб от гибели молоди рыб, кг	
					экз.	кг
Река Ай						
Плотва	0,19	2572	0,23	0,094	6	0,564
Окунь	0,08	1083	0,22	0,125	2	0,25
Елец	0,06	812	0,35	0,08	3	0,24
Всего:	-	4467	-	-	11	1,054

Река Узынбулак						
Гольян	0,29	210	0,04	0,045	1	0,045
Голец	0,1	73	0,04	0,075	1	0,075
Всего:	-	283	-	-	2	0,12
Река Каракол						
Окунь	0,17	3164	0,22	0,095	7	0,665
Гольян	0,13	2420	0,04	0,05	1	0,05
Голец	0,07	1303	0,04	0,065	1	0,065
Всего:	-	6887	-	-	9	0,78

Продолжение таблицы 76

Вид рыбы	Урожайность молоди, экз./м <sup>3</sup>	Количество молоди, экз.	Коэффициент промвозврата, %	Средняя масса, кг	Ущерб от гибели молоди рыб, кг	
					экз.	кг
Река Малый Текебулак						
Гольян	0,22	91	0,04	0,055	1	0,055
Всего:	-	91	-	-	1	0,055
Река Большой Текебулак						
Окунь	0,07	96	0,22	0,085	1	0,085
Гольян	0,11	150	0,04	0,045	1	0,045
Всего:	-	246	-	-	2	0,13
Река Лайбулак						
Плотва	0,19	202	0,23	0,09	1	0,09
Голец	0,24	255	0,04	0,065	1	0,065
Всего:	-	457	-	-	2	0,155
Река Егинсу						
Плотва	0,13	854	0,23	0,11	2	0,22
Окунь	0,07	460	0,22	0,125	1	0,125
Гольян	0,17	1117	0,04	0,055	1	0,055
Всего:	-	2431	-	-	4	0,4
Река Урджар						
Плотва	0,2	5899	0,23	0,105	14	1,47
Окунь	0,17	5014	0,22	0,135	11	1,485
Голец	0,07	2065	0,04	0,075	1	0,075
Гольян	0,07	2065	0,04	0,045	1	0,045
Всего:	-	15043	-	-	27	3,075
Река Таскен						
Окунь	0,07	227	0,22	0,085	1	0,085
Гольян	0,13	422	0,04	0,06	1	0,06
Всего:	-	649	-	-	2	0,145
Река Кольденен						
Голец	0,07	280	0,04	0,065	1	0,065
Гольян	0,19	759	0,04	0,045	1	0,045
Всего:	-	1039	-	-	2	0,11
Река Карагайлы						
Гольян	0,22	230	0,04	0,055	1	0,055
Всего:	-	230	-	-	1	0,055
Река Маканшы						
Окунь	0,08	158	0,22	0,085	1	0,085
Голец	0,29	572	0,04	0,055	1	0,055
Гольян	0,08	158	0,04	0,035	1	0,035
Всего:	-	888	-	-	3	0,175
Река Хатынсу						

Окунь	0,04	92	0,22	0,105	1	0,105
Гольян	0,15	343	0,04	0,05	1	0,05
Всего:	-	435	-	-	2	0,155
Река Багубай-Жантезек						
Гольян	0,29	547	0,04	0,045	1	0,045
Всего:	-	547	-	-	1	0,045
Река Шошкалы						
Плотва	0,07	452	0,23	0,085	1	0,085
Голец	0,17	1097	0,04	0,065	1	0,065
Всего:	-	1549	-	-	2	0,15
<b>Итого:</b>	-	<b>35242</b>	-	-	<b>71</b>	<b>6,604</b>

Общий ущерб, причиненный рыбному хозяйству в результате гибели кормовых для рыб организмов и молоди рыб при проведении работ, составил 13091,834 кг рыбной продукции.

Общая ихтиомасса промысловых рыб составляет 6274,574 кг, общую ихтиомассу 6817,26 кг непромысловых рыб, принимаем за мирную травоядную рыбу плотву (таблица 77).

Таблица 77 – Общий ущерб, причинённый рыбному хозяйству

Виды рыб	Ущерб от гибели молоди рыб, кг	Ущерб от гибели кормовых организмов, кг	Всего
Промысловые виды			
Окунь	2,885	2253,61	2256,495
Плотва	2,429	4015,65	4018,079
<b>Всего</b>	<b>5,314</b>	<b>6269,26</b>	<b>6274,574</b>
Не промысловые виды			
Елец	0,24	425,34	425,58
Голец	0,47	1367,28	1367,745
Голян	0,585	5023,35	5023,935
<b>Всего</b>	<b>1,29</b>	<b>6815,97</b>	<b>6817,26</b>
<b>Итого</b>	<b>6,604</b>	<b>13085,23</b>	<b>13091,834</b>

*Перевод ущерба рыбному хозяйству в денежное выражение.* Перевод в денежное выражение осуществляется с учетом стоимости размера возмещения вреда по видам рыб (за один килограмм) и периода оказания негативного влияния с целью определения размера компенсации вреда (таблица 78), согласно формуле:

$$M = d \times c \times y,$$

где М – размер компенсации вреда, в денежном выражении;

d – сумма конечного ущерба, наносимого или нанесенного рыбным ресурсам, в килограммах;

c – стоимость размера возмещения вреда за один килограмм в месячных расчетных показателях согласно приложению 4 к настоящей Методике;

y – период негативного воздействия (лет)\*.

Примечание: \* y=1 (1 год=1), при многократном (постоянном) y - соответствует количеству лет негативного воздействия.

Таблица 78 – Перевод ущерба в денежное выражение

Виды рыб	Сумма конечного	Стоимость 1 кг		Период негативного	Размер компенсации вреда в денежном
		1 МРП 2023	тенге		

	ущерба, кг	г. (3450 тенге)		воздействия (год)	выражений (тенге)
Окунь	2256,495	0,4	1380	1	3113963,10
Плотва	10835,339	0,4	1380	1	14952767,82
<b>Всего</b>	<b>13091,834</b>	-	-	-	<b>18066730,92</b>

Согласно Закону от 9 июля 2004 года №593 «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира», статья 17, п. 3. Субъекты, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, указанную в пунктах 1 и 2 настоящей статьи, обязаны:

1) по согласованию с уполномоченным органом при разработке технико-экономического обоснования и проектно-сметной документации предусматривать средства для осуществления мероприятий по обеспечению соблюдения требований подпунктов 2) и 5) пункта 2 статьи 12 настоящего Закона;

2) возмещать компенсацию вреда, наносимого и нанесенного рыбным ресурсам и другим водным животным, в том числе и неизбежного, в размере, определяемом в соответствии с методикой, утвержденной уполномоченным органом, путем выполнения мероприятий, предусматривающих выпуск в рыбохозяйственные водоемы рыбопосадочного материала, восстановление нерестилищ, рыбохозяйственную мелиорацию водных объектов, строительство инфраструктуры воспроизводственного комплекса или реконструкцию действующих комплексов по воспроизводству рыбных ресурсов и других водных животных, финансирование научных исследований, а также создание искусственных нерестилищ в пойме рек и морской среде (риффы), на основании договора, заключенного с ведомством уполномоченного органа.

Также можно рекомендовать проведение мероприятий (по согласованию), указанных в статье 17, п. 3 пп. 2 Закона от 9 июля 2004 года №593 «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира».

В качестве компенсационного мероприятия можно рекомендовать выпуск сеголеток сибирского осетра, как одного из наиболее ценных видов рыб. При отсутствии рыбопосадочного материала сибирского осетра рекомендуется проводить зарыбление сеголетками сазана (в случае отсутствия рыбопосадочного сазана, зарыбление производится сеголетками карпа).

**Общий ущерб, причиненный рыбному хозяйству в результате гибели кормовых для рыб организмов, личинок промысловых рыб, в денежном выражении составляет 18066730,92 тенге. Сеголетки сибирского осетра в живом виде должны быть со средней навеской не менее 50 граммов, а навеска сеголеток сазана (карпа) должна быть со средней навеской не менее 25 г.**

## **6 Рекомендации по снижению отрицательного воздействия строительно-монтажных работ на ихтиофауну и кормовые для рыб организмы**

Учитывая видовую специфику рыб, населяющих водотоки, их численность, распространение, образ жизни, биологию, экологические условия, гидрологические особенности реки, рекомендуем следующие условия при проведении работ по рабочему проекту «Строительство третьего пограничного железнодорожного перехода на казахстанско-китайской границе с выходом на существующий железнодорожный участок Семей-Актогай», учитывающие интересы рыбного хозяйства:

1 Гидромеханизированные работы с применением техники могут проводиться только по согласованию с природоохранными и научными организациями в сроки, не совпадающие с периодами нереста рыб, развития пассивной молоди, зимовки рыб. При этом должны согласовываться как сроки начала работ, так и их окончания.

2 Не допускать беспорядочного, тем более перекрывающего русло, складирования изымаемого грунта на примыкающей акватории реки.

3 Складирование грунта производить строго на запланированном участке, исключая создание препятствий миграциям рыб.

5 Ущерб, нанесенный рыбным запасам в период проведения работ, должен компенсироваться Заказчиком работ путем направления финансовых средств на зарыбление рыбохозяйственных водоемов Ертисского бассейна.

С целью увеличения и сохранения популяции сибирского осетра рекомендуется зарыбление сеголетками сибирского осетра. При отсутствии рыбопосадочного материала сибирского осетра рекомендуется проводить зарыбление сеголетками сазана (в случае отсутствия рыбопосадочного сазана, зарыбление производится карпом).

При проведении зарыбления сибирским осетром рекомендуется использовать рыбопосадочный материал только при наличии генетического паспорта на РМС и документы, соответствующие ветеринарным нормативам, а также при зарыблении годовиков или двухлеток необходимо, чтобы р/п материала содержался в полувольных условиях для лучшей адаптации в естественных водоемах.

Без наличия генетического паспорта проведения зарыбления сибирским осетром не рекомендуется, по причине того, что вселение других осетровых видов рыб, во-первых, нарушит биоценоз реки Ертис во-вторых создаст конкуренцию в питании сибирского осетра, что может послужить причиной сокращения численности редких и исчезающих аборигенных видов рыб.

Наиболее благоприятным местом для проведения зарыбления сеголетками сибирского осетра, рекомендуется район села Крупская, р. Ертис (примерные координаты 50°28'28.22"С; 80°0'12.91"В). Рекомендуемый район проведения зарыбления обозначен в рисунке 1.

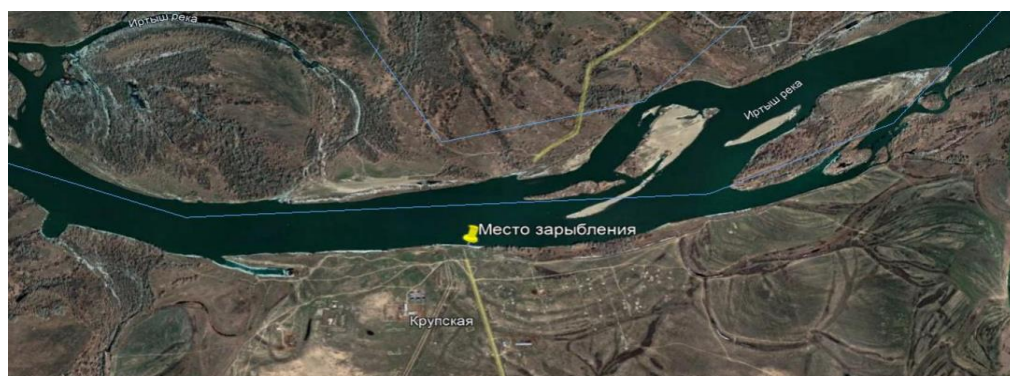


Рисунок 1 – Карта-схема места проведения зарыбления в р. Ертис (р-н села Крупская)

Рекомендуемый район проведения зарыбления сеголетками сазана (при отсутствии рыбопосадочного материала сазана зарыбляется сеголетками карпа) обозначен в рисунке 2. Координаты места выпуска рыбопосадочного материала: 50°13'13.43"С 81°46'25.35"В.





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен расчет ожидаемого ущерба рыбным запасам по рабочему проекту «Строительство третьего пограничного железнодорожного перехода на казахстанско-китайской границе с выходом на существующий железнодорожный участок Семей-Актогай».

Проведены исследования по следующей схеме:

- 1 Проведен мониторинг состояния гидробиоценозов (гидробионты, рыба);
- 2 Определена численность и биомасса планктонных, бентосных организмов;
- 3 Определен состава ихтиофауны;
- 4 Разработана рекомендация по снижению отрицательного воздействия строительных работ на ихтиофауну и кормовые для рыб организмы;

5 Определен ожидаемый ущерб рыбным запасам по рабочему проекту «Строительство третьего пограничного железнодорожного перехода на казахстанско-китайской границе с выходом на существующий железнодорожный участок Семей-Актогай», который производился по «Методике исчисления размера компенсации вреда, наносимого и нанесенного рыбным ресурсам и другим водным животным, в том числе и неизбежного, в результате хозяйственной деятельности», утвержденной приказом Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 21 августа 2017 г. за № 341.

Общий ущерб, причиненный рыбному хозяйству в результате гибели кормовых для рыб организмов, личинок промысловых рыб, в денежном выражении составляет **18066730,92** тенге. В качестве компенсационного мероприятия можно рекомендовать выпуск сеголеток сибирского осетра, как одного из наиболее ценных видов рыб. При отсутствии рыбопосадочного материала сибирского осетра рекомендуется проводить зарыбление сеголетками сазана (в случае отсутствия рыбопосадочного сазана, зарыбление производится карпом).

Также можно рекомендовать проведение мероприятий (по согласованию), указанных в статье 17, п. 3 пп. 2 Закона от 9 июля 2004 года №593 «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методика исчисления размера компенсации вреда, наносимого и нанесенного рыбным ресурсам и другим водным животным, в том числе и неизбежного, в результате хозяйственной деятельности. Астана, 2017. 13 с.
2. Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). – Алматы, 2006. – 27 с.
3. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди рыб дельты Волги. – М.: Наука, 1966. – 166 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
5. Китаев Лесников Л.А. Определение влияния на рыбохозяйственные водоемы перемещения грунтов при дноуглубительных работах и гидростроительстве. – Л., ГосНИОРХ, 1978. – с. 31.
6. Кайгородов Н.Е. Влияние минеральной взвеси на гидробионты и распределение взвешенных частиц по потоку при дноуглубительных работах. – Рыбохозяйственные исследования водоемов Урала. Сб. научных трудов ГосНИОРХ, Л., 1979. – с.128.
7. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий – М.: Стройиздат, 1977. – с. 288.
8. Дергач С.М., Петрова Н.А. Влияние дноуглубительных работ на развитие зоопланктона и зообентоса Обской губы. – Гидробиологический журнал, том 28, №1, 1992. – С. 65-69.
9. Понкратов С.Ф., Насонова А.И. Влияние русловых разработок нерудных материалов на гидрофауну Усть-Илимского водохранилища. – Вопросы рыбохозяйственного освоения водохранилищ. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, вып.165. – Л., 1981. – С.109-115.
10. Шкодин Н.В. Влияние дноуглубительных работ на физико-биохимические показатели гидробионтов и кормовую базу рыбохозяйственных водоемов. – Вестник АГТУ, №3 (26), 2005. – С. 228-232.
11. Горбунова А.В. Влияние повышенной мутности воды на зоопланктон. – Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. – М.,1981. – С. 50.
12. Пирогов В.В. и др. Влияние дноуглубительных работ и отвалов грунта в рыбохозяйственных водоемах на поведенческие реакции некоторых ракообразных. – Биология внутренних вод, инф. бюллетень № 73. – Л.: Наука, 1987. – С. 20-21.
13. Кокуричева М.Л., Калиничева В.Т., Бикунова П.Л. и др. Влияние взвешенных веществ при добыче песка на водные организмы. – Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. – М.,1981. – С. 46.
14. Русанов В.В., Матвеева А.А., Савина Л.М. и др. Экологическая оценка влияния гидромеханизированных работ на речные биоценозы. – Гидромеханизация и проблемы окружающей среды. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. – М.,1981. – С. 51-54.
15. Влияние производства дноуглубительных работ на экосистему дельты р. Дон и предложения по снижению негативных последствий от их проведения. – Отчет о НИР ФГУП «АзНИИРХ». – Ростов-на-Дону, 2003. – 76 с.