

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДОЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

***В.В.Фефелов, Х.К. Исмуханов, Ж.Куржыкаев,
С.Н. Ахмединов, К.П.Иванов***

Аннотация

В данной статье приведены результаты и анализ эффективности рыбозащитных сооружений АО «СевКазЭнерго», расположенных на Петропавловском водохранилище и ГКП «Костанай су», расположенных на Амангельдинском водохранилище (участок реки Тобол в пределах г. Костанай).

За период исследований были отобраны пробы на гидрохимический анализ, собран материал по зоопланктону, а также данные и материал для изучения ихтиофауны. Для определения концентрации взрослых рыб использовали методику для пассивных орудий лова.

На основании исследований можно сделать предварительный вывод о соответствии водозаборов гидрологическим и экологическим условиям Петропавловского и Амангельдинского водохранилищ соответственно.

Ключевые слова: водохранилище, гидрология, гидрохимия, зоопланктон, ихтиофауна, водозабор, рыбозащитные устройства.

Введение

Приоритетными задачами по переходу к «зеленой экономике» являются: повышение эффективности использования ресурсов (водных, земельных, биологических и др.) и управления ими; модернизация существующей и строительство новой инфраструктуры; повышение благополучия населения и качества окружающей среды через рентабельные пути смягчения давления на окружающую среду; повышение национальной безопасности, в том числе водной безопасности. Таким образом, мероприятия данного проекта

соответствуют всем четырем вышеуказанным приоритетам.

В настоящее время с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства Республики Казахстан увеличивается и водопотребление. Наиболее динамично развивающимися регионами являются Центральный и Северный Казахстан. Так водопотребление города Астаны с момента придания ему статуса столицы увеличилось в несколько раз. Сосредоточение значительного количества предприятий добывающей промышленности (Рудный и т.д.), предприятий машиностроения

(Костанай, Петропавловск), развитие сельского хозяйства в северном и центральном регионе также требуют поступления значительных объемов воды. Увеличивающиеся потребности в воде в основном обеспечиваются за счет забора водной массы с крупных естественных водоемов (реки Ишим, Тобол). Забор значительных объемов водной массы просто не может не оказывать влияния на экосистемы водных объектов. Значительно снизить негативное влияние на экосистемы водоемов могут современные рыбозащитные сооружения, которые должны осуществлять не только функцию защиты оборудования для подачи и очистки воды, но и максимально снизить воздействие на водоемы.

Увеличение числа водозаборов и возрастание объема воды, отбираемой из поверхностных источников, приводят к нарушению не только их гидрологического режима, но и экологического равновесия. Особо ощутимые отрицательные последствия экологического воздействия водозаборов возможны на водоемах, имеющих рыбохозяйственное значение. В водозаборные сооружения различного назначения вместе с водой попадает огромное количество планктонных организмов и рыб, главным образом, молоди. Массовая гибель молоди на водозаборах приводит к нарушению непрерывного биологического процесса воспроизводства рыбных запасов, а ущерб, наносимый в результате

этого рыбному хозяйству, уже сейчас сравним с ущербом от загрязнения вод. В сложившихся условиях предотвращение гибели рыб и их молоди на водозаборах является одной из чрезвычайно важных задач по сохранению биоразнообразия ихтиофауны внутренних водоемов. Вопросы оборудования водозаборов высокоэффективными рыбозащитными устройствами становятся все более актуальными.

Научный приоритет проекта – выполнение всех исследований на современном мировом уровне и обеспечение казахстанской новизны. Оценка рыбозащитных устройств на водозаборах является новым направлением в рамках реализации государственных бюджетных программ в области рыбного хозяйства.

Все заявленные результаты исследований будут проверены на соответствие «Кодексу ведения ответственного рыбного хозяйства» ФАО (1995 г.), определяющему меры ответственности государств, правительств, ученых, практиков и общественных организаций в области рыбного хозяйства. Экологический приоритет проекта – сохранение биоразнообразия гидробионтов и рыбных запасов.

В сложившейся ситуации, с учетом отсутствия таких исследований в последние годы, актуальным является определение эффективности применяемых рыбозащитных сооружений на наиболее крупных водозаборах Центрального и Северного Казахстана с целью разработки

рекомендаций по повышению их эффективности.

Материал и методика исследований

При проведении научно-исследовательских работ нами произведен обзор литературы, анализ мирового и отечественного опыта, применяемых РЗУ, водозаборов, патентный поиск по применяемым устройствам и технологиям. По данным областных территориальных инспекций лесного хозяйства и животного мира собраны сведения о наличии водозаборов на исследуемых водоемах. Сбор материала на водоемах проводился в течении 2015 года. В соответствии с рабочей программой нами было обследовано 2 водохранилища, по одному в Костанайской и Северо-Казахстанской областях.

За период исследований были отобраны пробы на гидрохимический анализ, собран материал по зоопланктону, а также данные и материал для изучения ихтиофауны. Произведено обследование водозаборов и рыбозащитных устройств АО «СевКазЭнерго», расположенные на Петропавловском водохранилище и ГКП «Костанай су», расположенные на Амангельдинском водохранилище (участок реки Тобол в пределах г. Костанай).

Гидрохимические пробы отбирались на двух станциях на каждом водоеме с последующей фиксацией и обработкой в лабораторных условиях по существующим методикам [1]. Химический анализ проводился по

следующим ингредиентам: ионный состав, общая минерализация, общая жесткость, водородный показатель, газовый режим (кислород и двуокись углерода), содержание биогенов (аммоний, нитраты, нитриты и фосфаты), а также БПК и перманганатная окисляемость. Гидрохимический анализ проб проводился в РГКП «Казгидромет».

Материал по зоопланктону на исследованных водоемах собирался отцеживанием 100 л воды через планктонную сеть Апштейна, с последующей фиксацией формалином и идентификацией организмов по известным определителям [2]. Количественная обработка проб зоопланктона осуществляется в лаборатории счетным методом под микроскопом в соответствии с современными методиками. Для расчета биомассы индивидуальные веса организмов рассчитываются по уравнениям линейно-весовой зависимости на основе их примеров [3,4].

Для изучения ихтиофауны проводился отлов рыбы жаберными сетями с ячейей от 20 до 70 мм. Обработка материала проводилась как на месте, так и в лабораторных условиях. Согласно руководствам [6,7]: определялась видовая принадлежность рыб, подсчитывалась численность (по видам), измерялась длина без хвостового плавника и масса тела (Q и q), пол и стадия зрелости. Для работы в лабораторных условиях пробы были этикетированы и

зафиксированы 10 % раствором формалина. Возраст рыб определяется по чешуе и жаберным крышкам согласно руководствам. Названия таксономических единиц рыб приводятся по сводке «Рыбы Казахстана» [8-10].

Для определения концентрации взрослых рыб использовали методику для

пассивных орудий лова с изменениями, так вместо площади ареала, мы использовали площадь равную 1 м², помимо этого для перевода концентраций на метры кубические с метров квадратных, полученные результаты мы делили на среднюю глубину в зоне облова. Расчет велся по формуле:

$$N=QS/СКР$$

N – численность или биомасса, тыс. шт./тонны;

Q – средняя численность или биомасса по данным улова;

S – площадь равная 1 м²;

С – площадь облова (га), определяющаяся с учетом всего количества применяемых сетей для учета промысловых запасов;

К – коэффициент уловистости применяемых нами сетей составил 0,5;

Р – вероятность попадания рыбы в сеть, из-за угла атаки.

Для сбора молоди рыб в качестве орудия лова применялась икорная сеть, выполненная по типу ихтиопланктонной сети Нансена. Икорная сеть состоит из трех частей: каркаса входного отверстия. Фильтрационного материала (мельничное капроновое сито №9) и жесткого стакана-накопителя. Диаметр входного

отверстия – 0,5 м, длина сети 2 м. Содержимое пробы фиксируется 4-10% формалином. В дальнейшем определяется видовая принадлежность, размеры, масса. Количество собранных и обработанных проб водохранилищах указано в таблице 1.

Таблица 1 - Количество собранных и обработанных проб

Водоем	Наименование станции	Гидрология (проб)	Гидрохимия (проб)	Гидробиология (проб)	Биоанализ (экз.)	Сетевые станции (шт.)	Установка ловушек для ранней молодежи рыб (шт.)	Мальковая ловушка для активной молодежи	Объем ледовых разрывов (шт.)
вдхр. Петропавловское	Водозабор Севказ Энерго	2	2	4	21	2	0	10	1
вдхр. Амангельдинское	Водозабор Костанайсу	2	2	4	17	2	0	10	1
ИТОГО		4	4	8	38	4	0	20	2

Оценка эффективности рыбозащитных устройств осуществлялась в соответствии с Приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 19 января 2015 года № 18-05/22 «Об утверждении Требований к рыбозащитным устройствам водозаборных сооружений», и приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от

4 апреля 2006 года № 215 «Об утверждении Методики оценки ущерба, наносимого рыбному хозяйству при разведке и добыче углеводородного сырья, эксплуатации водозаборных сооружений и эксплуатации судов на рыбохозяйственных водоемах» [11-12]. Все расчеты проводились на ПК с применением программы «Excel».

Основные результаты исследований

Исследование гидробиологического режима показывает, что зоопланктон исследованных водоемов представлен 24 видами планктонных беспозвоночных, в числе которых 7 коловраток, 10 ветвистоусых и 7 веслоногих рачков. По распределению организмов зоопланктона отмечается снижение видового разнообразия от верхних

водохранилища к зоне действия водозаборов. Это объясняется тем, что водозаборы расположены в глубоководной, наименее прогреваемой части водоема, что сказывается не только на качественных показателях, но и на количественном развитии организмов этой группы. В таблице 2 отражены показатели количественного развития зоопланктона.

Таблица 2 – Численность (Ч., тыс.экз./м³) и биомасса (Б., г/м³) основных групп зоопланктона

Водоем	Коловратки		Ветвистоусые		Веслоногие		Всего	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Петропавловское*	10,8	0,00	16,4	0,69	10,4	0,48	37,6	1,17
Петропавловское**	9,6	0,00	11,6	0,43	7,2	0,36	28,4	0,79
Амангельдинское*	16,8	0,01	19,8	0,53	11,2	0,52	47,8	1,06
Амангельдинское**	10,8	0,00	13,8	0,41	9,2	0,46	33,8	0,87

Примечание: * верховье водохранилища; ** в районе водозабора

Из таблицы видно, что в районе действия водозаборов водохранилища являются водоемами с низким уровнем кормности (β -олиготрофный тип). В верховьях же по количественному развитию зоопланктона водохранилища характеризуются умеренной кормностью (α -мезотрофный тип).

В целом следует отметить, что уровень качественного и количественного развития в исследованных водоемах снижается от верховьев к зоне действия водозаборов.

Изучение концентрации и биологических показателей взрослых рыб и их молоди в зоне действия водозаборов, расположенных в районе

исследований. Анализ сезонного и пространственного распределения рыб и молоди по акватории водоемов

Общее количество видов рыб, обитающих в районе исследований, равно 31 виду, но по результатам научного лова нами было отмечено всего 10 видов, в том числе 7 аборигенных видов и 3 акклиматизанта. Из 10 видов всего 6 являются промысловыми. Высокую численность и широкое распространение имеют лишь 4 вида: плотва, окунь, щука и лещ. В таблице 3 отражено распределение видов рыб по исследованным водоемам. Высокую численность и широкое распространение имеют лишь 4 вида: плотва, окунь, щука и лещ, которые были отмечены во всех исследованных водоемах.

Таблица 3 - Распределение видов рыб по исследованным водоемам

Вид	Амангельдинскоевдхр.	Петропавловскоевдхр.
Плотва	+	+
Елец	-	+
Язь	+	-
Карась китайский	-	-
Лещ	+	+
Уклея	-	+
Щука	+	+
Окунь обыкновенный	+	+

Ёрш	+	+
Судак	-	+
Всего видов:	6	8

Самыми редкими видами является уклея (отмечен в Петропавловском водохранилище). Наибольшим видовым разнообразием отличается Петропавловское водохранилище, так в уловах здесь было отмечено 8 видов рыб. В Амангельдинском водохранилище 6 видов.

Далее рассмотрим концентрации и основные биологические показатели взрослых рыб в зоне действия водозаборов. Для определения

концентрации взрослых рыб в зоне действия водозабора использовали методику для пассивных орудий лова с изменениями, так вместо площади ареала, мы использовали площадь равную 1 м², помимо этого для перевода концентраций на метры кубические с метров квадратных, полученные результаты мы делили на среднюю глубину в зоне облова. В таблице 4 приведены результаты расчетов численности и биомассы взрослых рыб в зоне действия водозабора на Амангельдинском водохранилище.

Таблица 4- Численность и биомасса взрослых рыб в зоне действия водозабора на Амангельдинском водохранилище

Вид	Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³
Плотва	0,00114	0,054
Лещ	0,00190	0,190
Щука	0,00110	0,381
Окунь обыкновенный	0,00331	0,345
Ёрш	0,00055	0,012
Итого	0,00800	0,982

Из таблицы 4 видно, что по численности в Амангельдинском водохранилище среди взрослых рыб доминирует окунь (41,4 %), а по биомассе доминирует щука (38,8 %). Численность и биомасса ерша в уловах была крайне низка. В

таблице 5 приведены результаты расчетов численности и биомассы взрослых рыб в зоне действия водозабора на Петропавловском водохранилище.

Таблица 5 - Численность и биомасса взрослых рыб в зоне действия водозабора на Петропавловском водохранилище

Вид	Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³
Плотва	0,00372	0,268
Елец	0,00034	0,008
Лещ	0,00034	0,037

Уклея	0,00034	0,013
Щука	0,00147	0,806
Окунь обыкновенный	0,00098	0,149
Судак	0,00012	0,035
Итого	0,00731	1,316

Из таблицы видно, что по численности в Петропавловском водохранилище среди взрослых рыб доминирует плотва (50,9 %), а по биомассе доминирует щука (61,2 %). Численность и биомасса ельца и уклеи в уловах была крайне низка.

Далее рассмотрим концентрации молоди рыб в зоне действия водозаборов на исследованных водохранилищах. На всех станциях отбора проб в составе молоди рыб отмечены окунь, плотва, лещ и щука. Молодь практически всех видов рыб

предпочитает мелководные участки, где она относительно защищена от хищников. Помимо этого молодь рыб предпочитает заросшие водной растительностью участки, что в значительной степени повлияло на результаты проб в зоне действия водозаборов, где такие участки практически отсутствуют.

В таблице 6 отражена численность и биомасса молоди рыб в районе действия водозаборов на исследованных водоемах.

Таблица 6 – Численность и биомасса молоди рыб

Водоем	Ед. изм.	Виды рыб					
		лещ	окунь	плотва	язь	щука	судак
Амангельдинское	экз./м ³	0,06	0,12	0,1	0	0,04	0
	г/м ³	0,26	0,37	0,32	0	0,78	0
Петропавловское	экз./м ³	0,04	0,08	0,12	0	0,02	0,02
	г/м ³	0,15	0,29	0,41	0	0,42	0,22

В пробах молоди по численности в районе действия водозаборов на всех водохранилищах, за исключением Петропавловского водохранилища доминирует окунь, составляя от 30,7 до 37,5 % от общей численности. На Петропавловском водохранилище доминировала по численности плотва (42,8 %). По биомассе в районе действия водозаборов на обоих водохранилищах доминировала щука.

Для определения пространственного распределения взрослых рыб и их молоди нами осуществлялись постановки сетей и ловушек (аналогичные постановкам в районе водозаборов) на участках в верховьях водохранилищ. Численность и биомасса взрослых рыб данных постановок в сравнении с постановками сетей в зоне действия водозаборов отражены в таблице 7.

В верховьях Амангельдинского водохранилища увеличивается численность практически всех видов, за исключением окуня. Биомасса также увеличивается и в общем составляет 2,166 г/м³, что 2,2 раза превышает аналогичные показатели района действия водозабора.

Таблица 7 – Пространственное распределение взрослых рыб на исследованных водоемах

Водохранилище	Вид	Численность, экз./м ³		Биомасса, г/м ³	
		верховье	водозабор	верховье	водозабор
Амангельдинское	Плотва	0,00228	0,00114	0,340	0,054
	Язь	0,00038	0	0,061	0
	Лещ	0,00266	0,00190	0,353	0,190
	Щука	0,00166	0,00110	0,879	0,381
	Окунь	0,00331	0,00331	0,533	0,345
	Ёрш	0	0,00055	0	0,012
	Итого	0,01029	0,00800	2,166	0,982
Петропавловское	Плотва	0,00473	0,00372	0,361	0,268
	Елец	0	0,00034	0	0,008
	Лещ	0,00068	0,00034	0,124	0,037
	Уклея	0	0,00034	0	0,013
	Щука	0,00196	0,00147	1,076	0,806
	Окунь	0,00196	0,00098	0,293	0,149
	Ерш	0,00049	0	0,010	0
	Судак	0,00019	0,00012	0,053	0,035
	Итого	0,01001	0,00731	1,917	1,316

Как и в предыдущем случае, в верховьях Петропавловского водохранилища отмечается увеличение численности и биомассы всех видов, за исключением уклеи и ерша, которые отсутствовали в уловах на данном участке. Общая численность и биомасса в верховьях превышала данные показатели района действия водозабора в 1,4 и 1,5 раза соответственно. Пространственное распределение молоди приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Пространственное распределение молоди рыб на исследованных водоемах (вр – верховье, вз - водозабор)

Водоем	Ед. изм.	Виды рыб											
		лещ		окунь		плотва		язь		щука		судак	
		вр	вз	вр	вз	вр	вз	вр	вз	вр	вз	вр	вз
Амангельдинское	экз./м ³	0,08	0,06	0,24	0,12	0,18	0,1	0	0	0,04	0,04	0	0
	г/м ³	0,34	0,26	0,94	0,37	0,68	0,32	0	0	0,82	0,78	0	0
Петропавловское	экз./м ³	0,12	0,04	0,18	0,08	0,16	0,2	0	0	0,02	0,02	0,04	0,02
	г/м ³	0,49	0,15	0,74	0,29	0,61	0,41	0	0	0,44	0,42	0,41	0,22

В целом следует отметить, что биомасса взрослых рыб в верховьях водохранилищ выше, чем в зоне действия водозаборов.

Оценка степени эффективности рыбозащитных устройств. В связи со стратегическим значением предприятий водозаборы, которых

обследованы в 2015 году и не возможности их эксплуатации без рыбозащитных устройств, расчет эффективности рыбозащитных устройств (Кэф) определялся по разности концентрации рыбы перед РЗУ и за ним по формуле:

$$Кэф = \frac{C2 - C1}{C2} \times 100,$$

где: C1 - концентрация молоди рыбы за РЗУ, экз./м³;
C2 - концентрация молоди рыбы перед РЗУ, экз./м³.

В таблице 9 отражены расчеты эффективности рыбозащитных устройств.

Таблица 9 - Расчеты эффективности рыбозащитных устройств

Водоем	C2	C1	Кэф
Петропавловскоевдхр.	0,28	0	100
Амангельдинскоевдхр.	0,32	0	100

Так как исследования проводились в осенний период, из таблицы следует, что эффективность обследованных рыбозащитных устройств по отношению к поздней молоди рыб и взрослым рыбам составляет 100 %.

Обсуждение полученных данных и заключение

По результатам наших исследований можно отметить, что водозаборы АО «СевКазЭнерго» и ГКП «Костанай су» расположены в районе, где практически отсутствует субстрат для нереста многих видов рыб. Помимо этого в районе действия водозаборов отмечаются максимальные глубины для исследованных водоемов и как следствие в районе их действия концентрация, как молоди, так и взрослых рыб ниже данных показателей на других участках водоемов. Все это снижает воздействие водозаборов на ихтиофауну.

На основании исследований 2015 года можно сделать предварительный вывод о соответствии водозаборов АО «СевКазЭнерго» и ГКП «Костанай су» гидрологическим и экологическим условиям Петропавловского и Амангельдинского водохранилищ соответственно.

В 2015 году нами обследованы водозаборы и рыбозащитные устройства АО «СевКазЭнерго», расположенные на Петропавловском водохранилище и ГКП «Костанай су», расположенные на Амангельдинском водохранилище. По результатам исследований установлено, что на этих водозаборах используются рыбозащитные устройства механического типа с применением вертикальных сетчатых, фильтрующих экранов с диаметром отверстия 4 мм, это позволяет предотвратить попадание в водозабор рыб длиной от 30 мм. В связи с тем, что работы по обследованию рыбозащитных устройств на указанных выше водозаборах осуществлялись в осенний период, когда молодь большинства видов рыб превышала в длину 45 мм, сетчатые рыбозаградительные экраны имели эффективность равную 100 %.

Список литературы

- 1 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
- 2 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л., 1982. – 33 с.
- 3 Определитель пресноводных беспозвоночных в Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
- 4 Quantitative Development and Distribution of Zooplankton in Medium Lakes of the Kostanay Region North Kazakhstan Region
- 5 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- 6 Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М., 1959. – 165 с.
- 7 Никольский Г. В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 376 с.
- 8 Рыбы Казахстана: в 5 томах. – Алма-Ата: Наука, 1987. – Т.2. – 200 с.

9 Рыбы Казахстан: в 5 томах. – Алма-Ата: Наука, 1988. – Т.3. – 304 с.

10 Рыбы Казахстан: в 5 томах. – Алма-Ата: Наука, 1989. – Т.4. – 312

11 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 19 января 2015 года № 18-05/22 «Об утверждении Требований к рыбозащитным устройствам водозаборных сооружений»

12 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 4 апреля 2006 года № 215 «Об утверждении Методики оценки ущерба, наносимого рыбному хозяйству при разведке и добыче углеводородного сырья, эксплуатации водозаборных сооружений и эксплуатации судов на рыбохозяйственных водоемах»

Түйін

Мемлекеттік бағдарлама саясында 2015ж. Петропавл және Аманкелды су қоймаларындағы сутартқыларда орналасқан балық қорғау құрылғылары зерттелді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей бұл сутартқыларда механикалық типті балық қорғау құрылғылары қолданған, оларда саңылау диаметрі 4мм вертикалді торлы сүзгі экрандар қолдану арқылы сутартқыға ұзындығы 30мм-бастап балықтар түсуіне кедергі жасалады.

Балық қорғау құрылғылары жоғарыда көрсетілген сутартқыларда күзде тексергендіктен балық қорғау экрандар тиімділігі 100%-тең болды, үйткені бұл кезде балықтар төлінің басым көпшілігінің көлемі 45мм ұзындықтан астам болады.

Summary

In 2015, fish protection facilities located in Petropavlovsk and Amangeldy reservoirs were examined within the framework of the 212 Budget Programme. According to the research found, in these intakes mechanical type fish protection devices are used, filter screens with a hole diameter of 4 mm, this prevents the fish from entering the intake length from 30 mm. Due to the fact, that the work on the survey of fish protection devices at water intakes were carried out in the autumn, when the most of young fish species exceed 45 mm in length, netting fish protection screens have efficiency of 100%.