

Э.С. БЕГЛЯРОВА, С.А. СОКОЛОВА, А.М. БАКШТАНИН, Т.И. МАТВЕЕВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## ОЦЕНКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АНГАРСКОГО КАСКАДА

*В качестве объекта исследований выбран Богучанский гидроузел в составе Ангарского каскада, который предназначен для выработки электроэнергии и водоснабжения. В статье излагаются негативные факторы и неблагоприятные условия для обитания рыб в нижнем бьефе после строительства гидроузлов. Даны ориентировочные параметры нерестилищ основных промысловых рыб Ангарского комплекса. Отмечается, что ограниченность воспроизводства кормовых ресурсов и суровый климат не способствуют большой рыбопродуктивности Ангарских водохранилищ. Полученные результаты дают возможность решить проблему сохранения благоприятных условий жизнедеятельности и воспроизводства рыб в водохранилище Богучанского гидроузла. Из всего многообразия рыбоохранных мероприятий можно выделить одно направление – обеспечение безопасности рыб на водозаборах, которое является важнейшей природоохранной проблемой современной гидротехники, решать которую должны водопользователи, разработчики водозаборных и рыбозащитных сооружений, природоохранные и рыбоохранные органы и рыбохозяйственные организации.*

*Каскад электростанций, плотина, водохранилище, водосброс, полупроходные и проходные рыбы, ихтиофауна, рыбопродуктивность, фитопланктон, биомасса, фитобентос, миграционный цикл.*

**Введение.** Гидротехническое строительство оказывает на водные ресурсы значительно большее воздействие, чем только при осуществлении забора воды. Прежде всего, это нарушение путей миграции и условий нагула и размножения рыб при возведении плотин и создании водохранилищ и т.д. Для предупреждения и устранения негативного воздействия гидротехнического строительства на водные биологические ресурсы отечественной школой рыбозащиты разработан комплекс разнопрофильных мероприятий, направленных на сохранение или восстановление условий естественного воспроизводства рыб [1].

На рисунке 1 приведена схема расположения гидроузлов Ангарского каскада. Богучанская ГЭС является четвертой станцией в существующем Ангарском каскаде – Иркутская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС. Максимальный расход через Богучанский гидроузел при совместной работе ГЭС и водосбросов при форсированном подпортом уровне  $\nabla\text{ФПУ} = 209,5$  м равен  $12850 \text{ м}^3/\text{с}$ . В состав гидроузла входят: каменно-набросная плотина, водосбросы, здание ГЭС [2].

Водосброс № 1 с десятью донными напорными трубами рассчитан на пропуск расхода  $7059 \text{ м}^3/\text{с}$ , водосброс № 2, который является резервным, практического профиля с длиной сливного фронта 70 м и пропускном расходе  $2755 \text{ м}^3/\text{с}$  [2].

Параметры Богучанского водохранилища: при  $\nabla\text{НПУ} = 208,0$  м площадь зеркала составляет 232,6 тыс. га, а площадь мелководий (глубиной до 2 м) – 1,5 тыс. га, объем водохранилища полный –  $58,2 \text{ км}^3$ , объем водохранилища полезный –  $2,31 \text{ км}^3$ , при НПУ протяженность водохранилища 375 км, максимальная ширина 14-15 км, минимальная ширина водохранилища 1,2 км, максимальная глубина у плотины 70 м, средняя глубина в водохранилище 25 м. Амплитуда колебаний уровня при сработке водохранилища небольшая – 1-3 м.

По классификации Богучанское водохранилище со средней глубиной 25 м относится к глубоким водоемам; по степени водообмена (водообмен в годах, в долях года) относится к водоемам с небольшим водообменом, порядка 1-1,99; по степени сработки уровня к водохранилищам с малой сработкой, которая соответственно составляет  $2 \div 3$  м ниже НПУ.

Подпор от Богучанской плотины распространяется по притокам на 75 км р. Кове, на 50 км – по р. Кате, на расстояние 25-30 км от их устья – по другим рекам. Богучанское водохранилище – глубокий, холодный русловой водоем с обменом вод не более 2 раз в год.

В настоящее время приоритетным для гидроузла является выработка электроэнергии и водоснабжения.

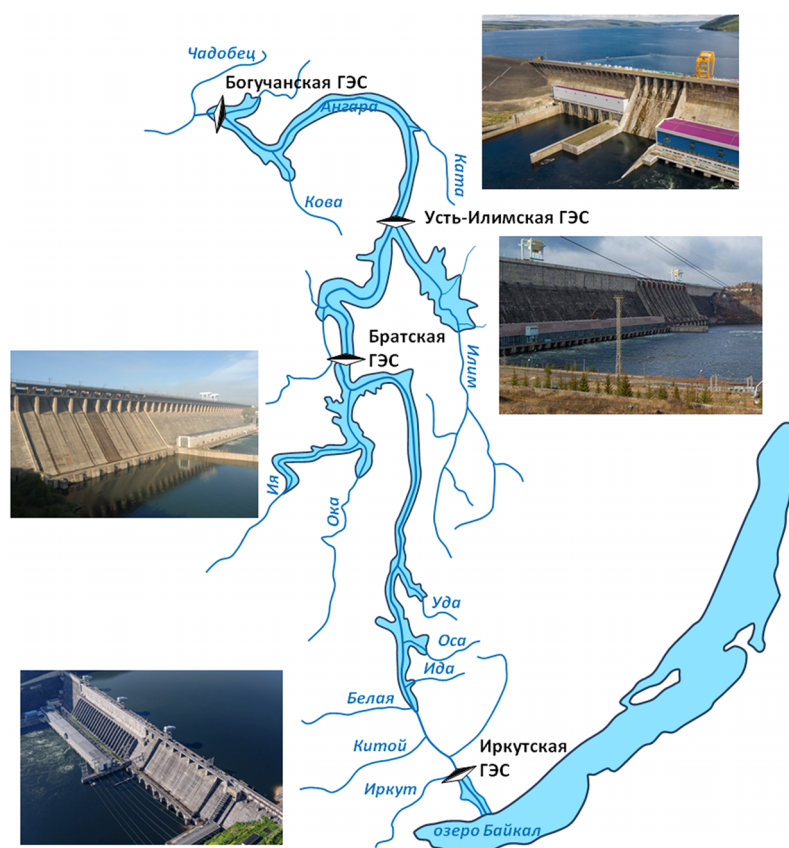


Рис. 1. Схема расположения гидроузлов Ангарского каскада

Работа водосброса № 2 Богучанской ГЭС влияет на рыбную ситуацию в нижнем бьефе гидроузла в нескольких аспектах.

При сбросе воды через водосброс скорость воды превосходит 25 м/с и имеет губительные последствия для рыбы, при этом создаются условия её механического травмирования.

По данным служб эксплуатации Усть-Илимского гидроузла, в период прохождения весеннего паводка к нижнему бьефу гидроузла с низовой р. Ангары подходят часть особей хариуса, тайменя и других видов рыбы, не нашедших по тем или иным причинам протоков для нереста. В зоне скопления происходит травмирование рыбы настолько, что она не в состоянии отойти от створа. Другим по значимости фактором воздействия на рыбу следует считать последствия от местных размывов русла в нижнем бьефе гидроузла.

В процессе эксплуатации водосброса № 2 в зоне бара скорости потока могут достигать величины порядка 3,5...2,0 м/с, вызывая деформации поверхности бара, при которых зоопланктон и другие микроорганизмы будут смываться потоком вниз по течению, увеличивая тем самым кормовую базу рыб на значительном расстоянии от створа

гидроузла, что является положительным фактором работы водосброса № 2 [3, 4].

Ещё одним из важнейших аспектов работы водосброса № 2 является влияние его работы на воздухосодержание воды в нижнем бьефе гидроузла. Сброс воды происходит из верхних слоёв водохранилища, богатых кислородом.

Цели и задачи исследований. Цель работы состояла в обобщенном анализе рыбохозяйственной ситуации в нижнем бьефе Богучанской ГЭС и в водохранилище на основании многолетних наблюдений и научных публикаций по данной тематике.

Задачей аналитических исследований было выявление негативных факторов влияния, включая создание Богучанского гидроузла, на жизнедеятельность рыбного стада. Необходимо было сформулировать перечень рекомендаций и природоохранных мероприятий для улучшения гидробиологического режима Ангары на рассматриваемом участке в естественных условиях и после строительства гидроузла.

**Методы исследования.** Для оценки рыбохозяйственной ситуации в районе возведения гидроузла как в водохранилище, так и в нижнем бьефе плотины очень важны гидрометеорологические, геологические,

гидрологические условия, условия формирования ихтиофауны и кормовой базы в естественных условиях и под влиянием регулирования стока.

Река Ангара является самым многоводным правобережным притоком р. Енисей. Длина р. Ангары от истока до устья 1779 км, река вытекает из озера Байкал и впадает в р. Енисей на 2091 км от его устья, в 334 км ниже г. Красноярск. Площадь водосбора р. Ангары – 1039 тыс.км<sup>2</sup>, падение высот от истока до устья – 378 км, среднемноголетний расход в истоке – 1912 м<sup>3</sup>/с, среднемноголетний расход в устье – 4560 м<sup>3</sup>/с [5].

Многоводность, значительный уклон русла, невысокая изменчивость стока, благоприятное геологическое строение долины – это характерные положительные особенности р. Ангары с точки зрения водной биоты.

От створа Богучанской ГЭС до своего устья р. Ангара течет в долине, ширина которой в самых низовьях достигает величины 7-9 км. Однако в районе Мурского порога (с. Мотыгино, 118,5 км от устья) и в районе Стрелковского порога (с. Стрелка, 5 км от устья) ширина русла меняется от 0,7-0,8 км до 5-6 км.

При такой значительной ширине р. Ангары от створа Богучанской ГЭС до своего устья относительно мелководна, на плесах глубины составляют всего 1,5-3 м, в приплотинной зоне нижнего бьефа глубины несколько больше, порядка 4,5 м. Колебания естественных уровней воды на участке от Богучанского гидроузла до устья р. Тасеева невелики по амплитуде.

При совпадении периода повышенных навигационных попусков через Богучанский гидроузел (3100 м<sup>3</sup>/с) с периодом интенсивного весеннего снеготаяния в р. Ангаре максимальные уровни воды в нижнем бьефе фиксируются в конце мая и могут составить около 150-200 см и держаться на отмеченном уровне 5-6 суток.

Представленные исследования включали в себя следующие вопросы:

Оценка гидрометеорологических, геологических и гидрологических условий по данным наблюдений в створе гидроузла.

Оценка рыбопродуктивности водоема по литературным источникам.

Оценка и предложения по реализации рыбохозяйственных мероприятий.

Район расположения Богучанского гидроузла характеризуется суровыми

климатическими условиями. По данным метеостанций (с. Богучаны, с. Мотыгино, с. Стрелка) зафиксированы максимальные и минимальные температуры воздуха соответственно +38°С и –58°С при среднегодовой температуре воздуха –2°С. Продолжительность безморозного периода составляет 95 дней. Осадки в бассейне выпадают равномерно порядка 440-490 мм на востоке и около 550-600 мм в западной части водосбора р. Ангары.

Ледовый режим в нижнем течении р. Ангары на всем протяжении характерен для данной климатической зоны: замерзание и вскрытие реки идет при относительно небольших расходах реки. Зимой в связи с попусками в нижний бьеф через Богучанскую ГЭС (по аналогии с вышестоящими станциями, например Усть-Илимской ГЭС) на ледяном покрове появляются наледи, увеличивающие естественную толщину льда.

В теплый период года (май-октябрь) дуют ветры западного и юго-западного румбов (28-33% от всего количества ветров). Для зимы характерен штиль (скорость ветра <1 м/с, что составляет 45-50% всех наблюдаемых значений за ветром). В мае и октябре зафиксированы ветры наибольшей скорости (20-25 м/с).

Период с мая по октябрь особенно важен для жизни рыб (наступает нерестовое время для определенных видов рыб), когда ветры максимальной скорости могут гнать волну, осушать мелководья пойм, создавая неблагоприятную, зачастую губительную ситуацию для икры и личинок.

Формирование ихтиофауны в первые годы затопления Богучанского водохранилища происходило из рыб Ангарского комплекса. До наполнения насчитывалось более 20 видов рыб, из них промысловыми являлись виды: осетр, стерлядь, таймень, ленок, тугун, сибирский хариус, сиговые, окунь, елец, налим, язь.

В связи с изменением гидробиологических условий водного объекта вследствие создания водохранилища численность типичных реофилов-стерляди, тайменя, ленка, ельца, сига – значительно уменьшилась. Происходит замена естественной ихтиофауны на озерно-речные виды, где преобладающими стали сиговые, щука, налим, окунь, сибирская плотва. В водохранилище появились рыбы, акклиматизированные Байкальскими рыбопроизводными предприятиями:

омуль, ряпушка, пелядь, лещ, встречающиеся в небольших количествах [6].

Проектная промысловая рыбопродуктивность холодного, глубокого руслового Богучанского водохранилища с небольшими площадями мелководий (с глубинами до 2 м всего площадь порядка 1,5 тыс. га) находится в пределах 2,0-1,1 кг/га.

Основными промысловыми видами Богучанского водохранилища (по аналогии с Усть-Илимским водохранилищем) будут являться: сибирская плотва, лещ, окунь, щука, в небольших количествах налим, язь.

Условия обитания животных и растений в водохранилищах в большой степени зависят от уровня воды в водоеме. Весенняя сработка ведет к гибели икры, кладок многих водных организмов (например, хирономид и моллюсков), репродуктивное которых осуществляется в прибрежной зоне и составляет одну из основных частей кормовой базы водохранилища. Осенне-зимняя сработка приводит к тому, что в осушаемой зоне вымерзают кормовые организмы, не происходит накопления органических веществ и водорослей. В тоже время, оставшаяся на осушаемых участках водная растительность при разложении обогащает почву органическими веществами и обеспечивает благоприятные условия для дальнейшего развития кормовой базы [7].

Вследствие расположения Богучанского водохранилища в таежной зоне с мощными запасами леса затопляемая площадь водохранилища сильно залесена, имеет большую неровность дна. В настоящие время действуют санитарные нормы (регламентирующие требования к подготовке зон водохранилищ), которые допускают возможность затопления части древесно-кустарниковой растительности в зоне мертвого объема (ниже отметки УМО) на водохранилищах с объемом более 10 млн м<sup>3</sup> и с водообменом воды более 6 раз в год. При подготовке ложа Богучанского водохранилища в зоне затопления был сведен только товарный лес и лесочистка не производилась.

Исследования 1985-1996 гг. Красноярского государственного университета показали, что процесс химического и биологического разрушения затопленной древесины в суровых сибирских условиях не отражается на удовлетворительном качестве воды, которая может характеризоваться как вода олиготрофных водоемов. Затопленные

деревья и кустарники являются частичными источниками поступления органических веществ при разложении листьев, коры (сама древесина в воде не разлагается). Увеличение кормовой базы также производится путем вселения в водохранилище кормовых организмов и внесения удобрений в воду. Процессы минерализации в затопленных почвах способствуют поступлению в толщу воды многих биогенных элементов, способствующих развитию планктона и донной растительности [8, 9].

Водные организмы как толщи воды (планктон), так и дна (бентос) определяют рыбопродуктивность водоема в части кормовой базы. По литературным источникам зоопланктон и фитопланктон, зообентос и фитобентос в глубоких сибирских водохранилищах формируется следующим образом [5, 6, 10, 11].

Средняя биомасса фитопланктона (г/м<sup>3</sup>) в летне-осенний период на водохранилищах составляет: Братское – 4; Иркутское – 2,5; Красноярское – 4 [4]. Средняя биомасса зоопланктона (г/м<sup>3</sup>) в летне-осенний период на водохранилищах: Братское – 1,9; Иркутское – 0,5; Красноярское – 3 [10].

В узких русловых холодных водохранилищах зоопланктон не успевает формироваться, кормовая база обедняется. В заливах, на участках затопленного леса может развиваться богатая фитофильная фауна, биомасса бентоса здесь в 2-4 раза больше, чем в открытой части водохранилища.

Средняя биомасса бентоса (г/м<sup>2</sup>) в летне-осенний период на водохранилищах: Братское – 4,8-15; Иркутское – 5,4-24,6; Красноярское – 0,2-2,6; Усть-Илимское – 4,6; Хантайское – 0,6-5 [6].

Глубокие холодные водохранилища на р. Ангаре весьма малопродуктивны ввиду суровых климатических условий, расположения их на подзолистых лесных почвах таежной зоны; их рыбопродуктивность не превышает пределов – 1-4 кг/га [6, 12].

В холодных водохранилищах Ангарского каскада средняя биомасса фитопланктона (г/м<sup>3</sup>) составляет: Братское – 2,21; Иркутское – 0,2; Красноярское – 0,8; Усть-Илимское – 2,2 [5, 6, 12].

Распределение рыбных ресурсов водохранилищ неблагоприятно для промышленного рыболовства: непромысловые виды рыб выедают практически столько зоопланктона, сколько его потребляют ценные и малоценные виды (табл. 1).

## Использование видами рыб продукции кормовых организмов, % по [10]

Группа рыб	Зоопланктон	Хирономиды	Олигохеты	Моллюски	Кормовые ресурсы
Ценные промысловые	12,5	55,5	100	17,7	22,5
Малоценные	41,8	42,4	—	82,3	40
Не имеющие промыслового значения	45,7	2,1	—	—	37,5

Таким образом, более трети (37,5%) всех планктонных и бентоносных беспозвоночных организмов приходится на долю непромысловых видов рыб. Отмеченное обстоятельство при ограниченности воспроизводства кормовых ресурсов, а также ввиду сурового климата не способствует большой рыбопродуктивности Ангарских водохранилищ нижнего течения реки.

Результаты исследований и их обсуждение. Гидрометеорологические условия на нижних участках рек не всегда благоприятны для полупроходных рыб. К негативным факторам следует отнести также следующие: весенние паводки, низкие и кратковременные; сокращается нерестовая площадь ввиду зарегулированности стока верхнего течения; наносы заиляют протоки, по которым идут на нерест производители; излишняя растительность в русле в связи со снижением бытовых скоростей ведет к заболачиванию протоков; при сгонных ветровых явлениях на широких пространствах дельт осушаются мелководья, где мечут икру производители; образование завалов из деревьев препятствуют нерестовому ходу и покатной миграции; обмеление протоков, в которые откладывают икру производители, вызывает промерзание гнезд с отложенной икрой лососевых видов; хищные звери (медведи, выдра, водяная крыса) и птицы наносят вред икрометанию, поедая икру в период нереста; строительство ГТС, спуск сточных вод промпредприятий, лесосплав плотов негативно влияют на воспроизводство ценных видов рыб, требовательных к качеству вод.

Как видно из таблицы 2 у семейства рыб и отдельных видов различные нерестовые, кормовые и зимовальные периоды.

Единый миграционный цикл жизни рыб распадается на периоды: нерестовая миграция, кормовая миграция, зимовальная миграция.

Зимовальный период ярко выражен не у всех видов рыб. Время икрометания для определенных видов рыб различно, например: весной нерестятся сибирская плотва,

язь, щука, лососевые; в начале лета – карась, осетровые; осенью – сиги, семга; зимой – налим, навага.

Комплекс рыбохозяйственных мероприятий по сохранению ихтиофауны и увеличению промыслового стада образовавшихся водохранилищ включает мелиорацию естественных нерестилиц; создание новых искусственных нерестилиц; акклиматизацию других видов рыб, не присущих данному водоему; рыборазведение и зарыбление промысловыми видами; обогащение водохранилища кормовыми организмами; определение возможности нахождения новых мест нереста как в нижнем, так и в верхнем бьефе гидроузла [9].

Спасение молоди промысловых рыб из отпшнуровавшихся после весеннего паводка остаточных водоемов также входит в процесс сохранения численности ценных видов.

Так как строительство плотин меняет паводковый режим и условия размножения рыб, а образующиеся водохранилища замедляют течение реки, дно заиливается, при сработках обнажаются мелководья, необходимы рыбохозяйственные мероприятия [1, 9, 11].

Проход производителей к местам нереста обеспечивается следующими рыбохозяйственными мероприятиями: уничтожением образовавшихся завалов в русле; расчисткой и углублением протоков; диспетчерским графиком водохранилища, предусматривающим обводнение нерестилиц в соответствии со сроками нереста ценных рыб промысловых видов.

В дополнение к утраченным после возведения гидроузла естественным нерестилицам устраивают стационарные или плавучие искусственные нерестилища. Применяют также акклиматизацию и частичное рыборазведение новых для данного водохранилища видов рыб с целью их заселения в водоем [9].

В связи с последним стоит трудная задача довести акклиматизированные виды рыб до промыслового размера и приспособить их для рыбохозяйственной эксплуатации.

Таблица 2

## Ориентировочные параметры нерестилищ основных промысловых рыб Ангарского комплекса

№ п/п	Характеристика	Осегровые			Лососевые			Карповые					
		осегр сибирский	стерлядь-сибирская	таймень	харбус	ленок	голец	язь	лещ	плотва сибирская			
1	Общие параметры:												
	- скорость течения, м/с	≈ 1	≈ 1			0,5-1		0,3-0,6	+		0,3-0,5		
	- содержание кислорода, мг/л	4-6	5-7			7-10		-	-		-		
2	- температура воды, °С	+	+	+	+			18-25	+		+		+
	- глубина, м	+	+	0,5-2	0,5-2,0	0,2-0,5	0,5-0,7	0,2-1	+		+		+
	- подвижность грунта	неподвижный	неподвижный	подвижный	подвижный	подвижный	подвижный	неподвижный	неподвижный	неподвижный	неподвижный	неподвижный	неподвижный
3	Нерест:	конец весны – лето	конец апреля – середина июня	май – июнь	конец мая – июнь после таяния льда	15.05-25.06	конец апреля – июнь		конец весны	конец мая – июнь			весна
	- сроки нереста												
	- нерестовая температура воды, °С	+(9-12)	+(9-12)	6-8	0-12	2-5	2-4	7-12	11-15	10-11			
4	Нерестилище:	каменистые гряды	галечник прибрежный	твердый	галечник, каменистый грунт	твердый	камень, галечник, растения	твердый	твердый, растительность	растительность			
	- субстрат												
	- местоположение	русло, поймой	русло, протоки	русло	вблизи берега	на участках с быстрым течением	вблизи берега	русло, поймой	русло, поймой	отмели со стоячей водой			
4	Инкубация икры:	3-12	6-11	35-40	60-185	28	40-50	8-10	5-6, 1-10	8-14			
	- время (в сутках)												
	- наличие икроедов	+	+	-	+	-	-	+	+				

Примечание. «+» означает, что параметр необходимо учитывать, исходя из конкретных случаев (водный объект или водоем); «-» – рыбы более или менее безразличны к данному параметру.

В нижнем бьефе гидроузлов Усть-Илимского и Богучанского на протяжении 5 км от створов гидроузла, а также в верхнем бьефе на расстоянии до 3 км от створа плотины и во всех приустьевых пространствах притоков, впадающих в эти водохранилища, в радиусе 1 км запрещен промысловый лов рыбы с 1 сентября по 25 октября.

Рекомендации по промышленному рыболовству в НБ Красноярского гидроузла, заключающиеся в запрете лова в течение всего года вниз по реке Енисей на протяжении 10 км, могут быть своевременны и для НБ Богучанского гидроузла. Любительский вылов рыбы разрешен под наблюдением органов рыбоохраны.

Максимально допустимый прилов охраняемых видов непромысловых мер в названных водохранилищах к промысловому улову охраняемых видов рыб и к общему улову (в %) по водоемам допускается: в Братском, Иркутском, Усть-Илимском водохранилищах – не более 8%, в Красноярском водохранилище – не более 20%.

Для сохранения благоприятных условий жизнедеятельности, воспроизводства рыб в водохранилище необходимо:

- в период нереста рыб поддерживать возможно постоянный уровень воды в водохранилище (снижение уровня губительно для кладок икры в прибрежном мелководье, а также для ранней молоди, сосредоточенной на нерестилищах);

- весенне-летняя сработка водохранилища в энергетических целях должна быть плавной, не более 2 см/сутки, для обеспечения своевременного ухода молоди рыб вместе с водой из мелководий;

- осенне-зимняя сработка водохранилища в энергетических целях также должна быть плавной для ухода рыбы с усушаемых и промерзающих участков, т.к. ввиду нехватки кислорода остающаяся рыба погибнет от заморов в обмелевших зимовальных ямах или будет придавливаться оседающим льдом;

- диспетчерский график работы водохранилища должен обеспечить важные периоды жизненного цикла ценных видов рыб.

Экологически негативные последствия резкой и глубокой сработки водохранилищ проявляются в снижении процессов самоочищения воды, сокращении площади нерестилищ и ухудшении условий зимовки рыбного стада (обмеление или утрата зимовальных ям).

Для каждого водохранилища массив биологической информации включает: обитаемые виды рыб, характеристики нерестового хода видов, их плавательной способности, трассы подхода к нерестилищам, места нагульных концентраций. Формирование базы данных для дальнейших исследований ставит следующие задачи:

1. Уточнение обитаемых видов рыб и их кормовую базу в самом водохранилище и в НБ Богучанского гидроузла в результате специальных натурных исследований.

2. Анализ нерестового хода конкретных показателей специальных биологических исследований: численность рыб, подходящих к гидроузлу со стороны НБ; продолжительность периода массового нереста хода в сутки; среднесуточный и часовой поток нерестящихся рыб. За начало и конец нерестового хода принимают значения, соответствующие десяти процентам среднесуточного потока рыб, идущих на нерест.

### Выводы

1. Механизм реализации покатных миграций рыб заключается в невозможности сопротивляться существующим скоростям потока и потере ориентации в потоке вследствие определенной плавательной способности видов.

2. Особенности вертикального и горизонтального распределения молоди, их концентрация в реке в период активно-пассивных миграций имеют немаловажное значение для сохранения рыбного стада не только в рыбопромысловых целях, но и сохранения видов рыб как экологических объектов природы.

После периода активного питания молодь осетровых со стрегня перемещается к прибрежной зоне с любой глубиной, идет нагуливание массы. Тенденция распределения карповых рыб в толще воды, днем, вечером и ночью, в придонных слоях у дна отличается от других видов. Например, концентрация частичковых рыб с увеличением глубины свыше 30 м значительно снижается. На больших глубинах наблюдается скопление сиговых видов рыб, но только в зимнее время.

3. Сложность в реализации рыбохозяйственных мероприятий заключается в том, что происходит взаимодействие с живыми объектами природы, подвергающимися воздействию суровых климатических условий и антропогенному влиянию хозяйственной деятельности в регионе. Расположение зон концентрации и обитания рыб изменчиво, непостоянно

во времени и пространстве, не поддается си-юминутной корреляции, требует тщательной предварительной проработки.

### Библиографический список

1. Водохозяйственные системы и водопользование: учебник / под общ. ред. проф. Л.Д. Ратковича и проф. В.Н. Маркина. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 452 с.

2. Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России. Справочник. / под общей ред. к.т.н., проф. В.В. Берлина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 224 с.: ил.

3. **Новикова И.С., Родионов В.Б., Семенов В.М.** Гидравлические исследования и выбор конструкции эксплуатационного водосброса № 2 Богучанской ГЭС // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 9. – С. 54-60.

4. Результаты предварительных расчетов к выбору параметров водосброса № 2. ОАО Инженерный центр ЭЭС. Филиал «Институт Гидропроект». – М.: АО «Институт Гидропроект». – 2006. – 50 с.

5. **Одрова Т.В.** Изменение режима рек Енисея и Ангары в результате зарегулирования стока /Сб. Влияние ГЭС на окружающую среду в условиях Крайнего Севера. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – С. 84-89.

6. **Исаев А.И., Карпова Е.И.** Рыбное хозяйство водохранилищ. – М.: «Агропромиздат», 1989. – 255 с.

7. **Иванов А.В., Паремуд С.П., Филиппов Г.Г.** Рыбоохранный комплекс для сохранения условий естественного воспроизводства рыб при гидротехническом строительстве // Гидротехническое строительство. – 2004. – № 6. – С. 37-42.

8. **Павлов Д.С.** Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. – М.: Наука, 1979. – 320 с.

9. Исследования и мероприятия, направленные на сохранение запасов промысловых рыб в условиях строительства и эксплуатации гидротехнических объектов / Труды ВНИИ «Гидропроект», вып. 80. – М.: Гидропроект, 1982. – 163 с.

10. **Кожова О.М., Мамонтова Л.М.** Бактериопланктон Ангарских водохранилищ и статистические методы его анализа – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 117 с.

11. **Эдельштейн К.К.** Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. – М.: ГЕОС, 1998. – 277 с.

12. **Карнаухова Г.А., Кашик С.А.** Изменение некоторых показателей химического состава воды Ангарских водохранилищ

за период их эксплуатации / Тезисы докл. междунауч. науч. конф. «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия». – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – С. 123-126.

Материал поступил в редакцию 13.01.2020 г.

#### Сведения об авторах

**Беглярова Эвелина Суменовна**, кандидат технических наук, профессор кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19.

**Соколова Светлана Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры

комплексного использования водных ресурсов и гидравлики; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: sokolovasvetlana@mail.ru

**Бакштанин Александр Михайлович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой комплексного использования водных ресурсов и гидравлики ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: bakshtanin@mail.ru

**Матвеева Татьяна Ивановна**, кандидат технических наук, доцент кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: tat\_ka83@mail.ru

**E.S. BEGLYAROVA, S.A. SOKOLOVA, A.M. BAKSHTANIN, T.I. MATVEEVA**

Federal state budgetary educational institution of higher education Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

## ASSESSMENT OF THE FISHERY SITUATION IN THE ZONE OF THE ANGARA CASCADE INFLUENCE

*The results obtained make it possible to solve the problem of maintaining favorable living conditions and reproduction of fish in the reservoir of the Boguchansk hydroelectric complex. Of the whole variety of fish conservation measures, one direction can be distinguished – ensuring the safety of fish at water intakes, which is the most important environmental problem of modern hydraulic engineering and should be solved by water users, developers of water intake and fish protection structures, nature protection and fish conservation bodies and fishery organizations. As an object of research there was chosen the Boguchansk hydroelectric complex as a part of the Angarsk cascade purposed for generation of electricity and water supply. The article describes the negative factors and unfavorable conditions for the fish habitat in the downstream after the waterworks construction. The approximate parameters of spawning grounds of the main commercial fish of the Angara complex are given. It is noted that under the limited reproduction of fodder resources, as well as due to the severe climate it does not favor a high fish productivity of the Angara reservoirs.*

*Cascade of power plants, dam, reservoir, spillway, semi-anadromous and anadromous fish, ichthyofauna, fish productivity, phytoplankton, biomass, phytobenthos, migration cycle.*

#### References

1. Vodohozyajstvennyye sistemy i vodo-polzovanie: uchebnik / pod obsh. red. prof. L.D. Ratkovicha i prof. V.N. Markina. – М.: INFRA-M, 2019. – 452 s.

2. Vozobnovlyaemaya energiya. Gidroelet-trosyantsii Rossii. Spravochnik. / pod obsh. red. K.t.n., prof. V.V. Berlina. – SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2018. – 224 s.: il.

3. **Novikova I.S., Rodionov V.B., Semenkov V.M.** Gidravlicheskie issledovaniya i vybor konstruktsii ekspluatatsionnogo vodobrosa № 2 Boguchanskoj GES // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 2007. – № 9. – S. 54-60.

4. Resultaty predvaritelnyh raschetov k vyboru parametrov vodobrosa № 2. OAO Inzhenerny

ysentr EESC. Filial «Institut Hidroprojekt». – М.: АО «Institut Hidroprojekt». – 2006. – 50 s.

5. **Odrova T.V.** Izmenenie rezhima rek Eniseya i Angary v rezul'tate zaregulirovaniya stoka /Sb. Vliyanie GES na okruzhayushchuyu sredu v usloviyah Krajnego Severa. – Yakutsk: YaF SO AN SSSR, 1987 – S. 84-89.

6. **Isaev A.I., Karpova E.I.** Rybnoe hozyajstvo vodohranilishch. – М.: «Agropromizdat», 1989. – 255 s.

7. **Ivanov A.V., Paremud S.P., Filipov G.G.** Ryboohranny complex dlya sohraneniya uslovij estestvennogo vosproizvodstva ryb pri gidrotehnicheskome stroitelstve // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 2004. – № 6. – S. 37-42.



8. **Pavlov D.S.** Biologicheskie osnovy upravleniya povedeniem ryb v potoke vody. – M.: Nauka, 1979. – 320 s.

9. Issledovaniya i meropriyatiya, napravlenye na sohraneniye zapasov promyslovyh ryb v usloviyakh stroitelstva i expluatatsii gidrotehnicheskikh objektov / Sbornik nauchnyh trudov Gidroprojekta vyp. 80 – M.: Gidroprojekt, 1982. – 163 s.

10. **Kozhiva O.M., Mamontova L.M.** Bakterioplankton Angarskikh vodohranilishch i statisticheskie metody ego analiza. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – 117 s.

11. **Edelshtein K.K.** Vodohranilishcha Rossii: ekologicheskie problem, puti ih resheniya. – M.: GEOS, 1998. – 277 s.

12. **Karnaukhova G.A., Kashik S.A.** Izmeneniye nekotorykh pokazatelej himicheskogo sostava vody Angarskikh vodohranilishch za period ih expluatatsii / Tezisy dokl. Mezhdun. nauch. konf. «Fundamentalnye problem vody i vodnyh resursov na rubezhe tretjego tysyacheletiya». – Tomsk: Izs-vo NTL, 2000. – S. 123-126.

The material was received at the editorial office  
13.01.2020

### Information about the authors

**Beglyarova Evelina Surenovna**, candidate of technical sciences, professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics; FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19.

**Sokolova Svetlana Anatoljevna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics; FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: sokolovasvetlana@mail.ru

**Backstein Alexander Mikhailovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics; FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: bakshtanin@mail.ru

**Matveeva Tatyana Ivanovna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics; FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: tat\_ka83@mail.ru

УДК 502/504:551.311.21

DOI 10.34677/1997-6011/2020-1-119-126

### И.И. БАТЧАЕВ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик, Республика Кабардино-Балкария, Российская Федерация

## СЕЛЕВАЯ УГРОЗА СЕЛУ КАРА-СУУ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Цель работы – выявление угрозы от селевых потоков для территории села Кара-суу и обеспечение безопасности жизнедеятельности местных жителей. В данной работе приводится анализ натурных маршрутных обследований трех селевых русел – Чинар-кол, Зыка-кол и Безымянный, угрожающих селу Кара-суу. Также приведены расчеты данных основных морфометрических характеристик селевых русел ежегодной вероятностью превышения 1% обеспеченности для сравнения с натурными данными и выявления негативного воздействия на с. Кара-суу и прилегающую инфраструктуру. Для русла Зыка-кол: получены максимальные значения расхода сошедшего селевого потока – 264 м<sup>3</sup>/с и скорости в 5,5 м/с; проведен сравнительный анализ параметров расчетных данных с натурными значениями сошедшего селевого потока; выявлена угроза жизнедеятельности людей и заноса частных домовладений с. Кара-суу; выявлена угроза безопасности функционирования опор высоковольтной ЛЭП, обеспечивающей электроэнергией выше расположенные три селения: Безенги, Булунгу и Эльтюбу, а также альпинистско-туристические объекты и городки-заставы погранвойск. Предложены мероприятия по проведению противоселевых мероприятий на селевых руслах рек Зыка-кол, Чинар-кол и суходоле Безымянный.*

*Селевые русла Чинар-кол и Зыка-кол, морфометрические характеристики, максимальный расход селевого потока, максимальный объем селевого потока 1% обеспеченности, объем единовременного выноса, угроза заноса.*