

ОЦЕНКА ВРЕДА НАНОСИМОГО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ СООРУЖЕНИЯМИ И ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫМИ РАБОТАМИ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРЬКОВСКОГО И ЧЕБОКСАРСКОГО)

ASSESSMENT OF THE HARM DONE BY HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS AND THE HYDROMECHANIZED WORKS ON WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF FLAT RESERVOIRS OF MIDDLE VOLGA (ON THE EXAMPLE OF GORKY AND CHEBOKSARY)

V. Loginov

Annotation

The article presents results of research of causing serious harm by hydraulic engineering constructions and the hydromechanized works on the water biological resources of Gorky and Cheboksary reservoirs. The extent of harm to the water biological resources at water diversion by the hydraulic engineering constructions of flat reservoirs for needs of various departments. It is established that the size of the harm done to the water biological resources of flat reservoirs from the hydromechanized works depends on technology of production of nonmetallic construction materials.

Keywords: hydraulic engineering constructions, the hydromechanized works, water biological resources, harm, reservoirs.

Логинов Владимир Владимирович
К.биол.н., с.н.с., Государственный научно–
исследовательский институт озерного
и речного рыбного хозяйства,
Нижний Новгород

Аннотация

В статье приводятся результаты исследования вреда наносимого гидротехническими сооружениями и гидромеханизированными работами на водные биологические ресурсы Горьковского и Чебоксарского водохранилищ. Определены размеры вреда водным биологическим ресурсам при заборе воды гидротехническими сооружениями равнинных водохранилищ на нужды различных ведомств. Установлено, что величина вреда наносимого водным биологическим ресурсам равнинных водохранилищ от гидромеханизированных работ зависит от технологии добычи нерудных строительных материалов.

Ключевые слова:

Гидротехнические сооружения, гидромеханизированные работы, водные биологические ресурсы, вред, водохранилища.

Постановка проблемы

Работа гидротехнических сооружений связана с угрозой гибели водных биологических ресурсов (ВБР). Главным образом молоди рыб, в результате попадания их в гидротурбины ГЭС и насосные установки систем водоснабжения. Для обеспечения экологической безопасности водоёмов Российским природоохранным законодательством предусмотрено требование по оснащению гидротехнических сооружений устройствами, обеспечивающими отвод рыбной молоди из водозаборного потока с условием сохранения её жизнеспособности.

Создание и эксплуатация плотин и гидротехнических сооружений в РФ привели к негативным антропогенным изменениям речных и морских экосистем, что нанесло

значительный ущерб ВБР. Правила использования водных ресурсов водохранилищ РФ и сложившаяся практика их применения не учитывают гарантированные объёмы и режим попусков для обеспечения условий нереста рыб в нижних бьефах гидроузлов, не регулируют сработку уровня непосредственно в водохранилищах для создания условий размножения и нагула рыб. Остаточный принцип и формирование весенних эколого–хозяйственных попусков привёл к катастрофическому снижению воспроизводства проходных и полупроходных рыб, а искусственное воспроизводство оказалось недостаточно эффективным для восполнения потерь ВБР. Происходит непосредственная гибель рыб и кормовых организмов в агрегатах ГЭС и водозаборах. Вопрос ущерба водным экосистемам недостаточно проработан с точки зрения нормативно–методических рекомендаций.

Кроме того, причиной больших потерь ВБР является эксплуатация водозаборов без эффективных средств защиты рыб. Следует отметить также слабое применение экологических и поведенческих способов рыбозащиты, отсутствие научно–производственной базы по проектированию и внедрению новых перспективных конструкций РЗУ и др.

Очевидно, что воздействие гидротехнических сооружений на ВБР водных объектов следует изучать через призму реакции на экологические условия обитания рыб, изучение видового, размерного и количественного состава покатной молодежи, распределения мигрантов в пространстве и времени. Без знаний о закономерностях пространственно–временного распределения ВБР в водных объектах (и зонах действия гидротехнических сооружений) невозможны рекомендации по экологическим способам защиты молодежи рыб. На современном этапе наблюдается усиление антропогенного фактора, связанного с вводом в действие новых гидротехнических сооружений и интенсивным развитием водопотребления в разных секторах экономики РФ.

Несмотря на достигнутый прогресс в познании закономерностей пространственно–временного распределения покатных миграций и молодежи рыб в бассейне р. Волги. Наиболее изучены только верховья и дельта [1–6]. Участки Средней Волги, в отношении покатных миграций изучены слабо. Вместе с тем, выяснение закономерностей пространственно–временного распределения ВБР Средней Волги и особенно в зонах действия гидротехнических сооружений представляют несомненный интерес. Добыча стройматериалов из водных объектов землесосной или крановой техникой оказывает локальное отрицательное воздействие на структурные показатели кормовых организмов рыб. Ответные реакции водной биоты на экстремальное негативное воздействие повышенной мутности воды от гидротехнических работ, независимо от ее генезиса, в целом следующие: снижение видового разнообразия, изменение видового состава, изменение структурных и функциональных характеристик, уменьшение продукционных показателей, нарушение сезонной динамики. Однако остается открытым вопрос о том, как непосредственно во время гидротехнических работ происходит воздействие (вред) на биоту, что и было предпринято нами при проведении натурных исследований "онлайн" на Чебоксарском водохранилище.

Определение влияния гидротехнических сооружений и гидромеханизированных работ на водные биологические ресурсы (рыбное население, кормовые организмы) Горьковского и Чебоксарского водохранилищ в современных условиях и совершенствования методов оценки ущерба рыбному хозяйству является, таким образом, актуальной задачей.

Цель исследования: оценка влияния гидротехнических сооружений и гидромеханизированных работ на пространственно–временное распределение водных биологических ресурсов Горьковского и Чебоксарского водохранилищ в современных условиях с установлением вреда (ущерба) рыбному хозяйству.

Задачи исследования:

1. Изучить пространственную структуру рыбного населения весенне– и осенне–нерестящихся рыб и их миграций в зоне влияния Нижегородской ГЭС, включая определение нагульных скоплений рыб старших возрастных групп и вероятность попадания в водозаборные сооружения (гидроагрегаты и системы технического водоснабжения) плотины.

2. Изучить временную структуру рыбного населения весенне– и осенне–нерестящихся рыб и их миграций в зоне влияния Нижегородской ГЭС, включая их стадии развития, видовой состав и численность (покатных личинок, мальков сеголеток).

3. Оценить влияние эксплуатации парка водозаборов (береговых насосных станций) на рыбное население (включая чужеродные виды) Горьковского и Чебоксарского водохранилищ с уточнением видового состава, попадающей молодежи рыб и кормовых организмов с забором воды через разные типы оголовков.

4. Оценить воздействие гидромеханизированных работ (с малой и высокой производительностью земснарядов) в акватории Чебоксарского водохранилища (участки река–водохранилище) на водные биологические ресурсы.

5. Оценить вред рыбному хозяйству в результате работы гидроагрегатов плотины и системы технического водоснабжения Нижегородской ГЭС и дать предложения по экологическим мерам сохранения водных биоресурсов при её эксплуатации.

6. Оценить вред рыбному хозяйству в результате работы парка водозаборов Горьковского и Чебоксарского водохранилищ.

Материалы и методы

Материал для данной работы собран с 1979 по 2015 годы на Горьковском и Чебоксарском водохранилищах. Использовались данные архивов ГосНИОРХ и современных натурных испытаний. Сбор ихтиологических материалов проводился по общепринятым методикам [7–12]. Отбор проб зоопланктона и зообентоса по [13–14]. Оценка ущерба ВБР определена по [15].

Результаты и обсуждение

В ходе проведенных нами исследований было установлено, что эксплуатация гидротехнических сооружений

наносит ощутимый ущерб ВБР, в особенности рыбам и зоопланктону.

Общее количество молоди рыб, прошедшей через турбины ГЭС в нерестовый период 2013 года составил 3716,9 млн. экз., из них 2324,2 млн. экз. погибло. Общее количество рыбы за летний период составило, соответственно 13214 млн. экз., из которых 391,8 млн. погибло. Общее количество молоди рыб, прошедшей через турбины ГЭС в осенний период 2013 года составило 30,175 млн. экз., из них 18,051 млн. экз. погибло при прохождении агрегатов ГЭС. Таким, образом максимальная гибель молоди рыб при прохождении гидроагрегатов ГЭС происходит весной. По результатам наших исследований было установлено, что ущерб, наносимый водным биологическим ресурсам гидротехническими сооружениями равнинных водохранилищ Средней Волги довольно велик. Нижегородская ГЭС только за год в натуральном эквиваленте уничтожает 321221 кг (321 т) ВБР (табл. 1).

Таблица 1.

Обобщенные данные по видовому составу размеров вреда ВБР равнинных водохранилищ Средней Волги (Горьковского и Чебоксарского) при реконструкции/эксплуатации Нижегородской ГЭС.

Виды	Размер вреда ВБР при замене агрегатов ГЭС		Размер вреда ВБР в период эксплуатации ГЭС	
	кг	%	кг	%
Лещ	0,004	0,002	4018	1,25
Налим	-	-	49	0,02
Окунь	57	32,75	177674	55,31
Судак	24	13,52	24330	7,57
Густера	-	-	71	0,02
Чехонь	1	0,37	82434	25,66
Тюлька	74	42,54	14130	4,40
Ряпушка	12	6,96	18490	5,76
Плотва	6	3,70	25	0,01
Уклея	0,3	0,16	1	0,0003
Всего	174,7	100	321221	100

По концентрации личинок рыб в акватории Горьковского водохранилища выше плотины ГЭС, можно констатировать, что основной скат молоди рыб к плотине расположен по правому берегу. Если судить по максимальной концентрации личинок, то основным местом нереста рыб в нижнем бьефе ГЭС является биотопическая зона С (водоемы "Прорези"). Миграционные пути рыб р.Волга пролегают именно к данному участку.

Наибольшее видовое разнообразие и его количественные характеристики наблюдались в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС (Чебоксарское водохранилище). Это связано с разнообразием биотопических зон в нижнем бьефе.

Видовой состав и численность рыб (сеголеток и общая) в нижнем бьефе ГЭС осенью по сравнению с летним периодом в целом не меняется, в верхнем бьефе – значительно снижается. Это связано с большим разнообразием биотопических зон/полей в нижнем бьефе от речных с сильным течением до стоячих водоёмов открытого и замкнутого (периодически) типа.

По результатам исследований нам было видно, что относительная плотность рыбного населения нижнего бьефа Нижегородской ГЭС больше, чем в верхнем. Это тесно связано с гидрологией и морфологией биотопических зон. Как отмечают другие исследователи, наиболее плотные концентрации рыб отмечаются в зонах с крутыми поворотами русел, т.е. в зонах, характеризующихся множеством излучин, резкими изменениями глубин в пределах небольших акваторий. В летний период дополнительно в акваториях водохранилищ наблюдается массовая гибель рыбы в результате "цветения воды". Это не является прямым следствием работы гидроагрегатов Нижегородской ГЭС, но влияет на распределение ихтиофауны в акватории водоёмов. При этом гибель рыбы в Чебоксарском водохранилище в 4–6 раз ниже по сравнению с Горьковским.

Максимальный ущерб ВБР наносимый забором/изъятием воды тесно связан с их объемом, так же как и попадание в них чужеродных видов рыб. Основную часть рыб, попадающих в водозаборные сооружения представители семейств карповых (74,4%), окунёвых (16,4%) и сельдевых (5%). Увеличение доли попадания чужеродных видов рыб в водозаборы рр. Волга, Ока, Сура связано с лимнизацией пресноводных речных систем, повышением уровня теплоемкости и минерализации в условиях глобального потепления. Это способствует успешной натурализации и экспансии дельто-эстуарных солоноватоводных видов рыб. Доля чужеродных видов в общей численности рыб (экз./1000 м³) на водозаборах с глубинными оголовками составляет 57–85%, с русловыми оголовками – 2–9%, с оголовком ковшового типа – 6–13%.

Основная масса молоди попавшей в водозаборы рр.

Волга, Ока, Сура это сумеречно–ночное время. это объясняется потерей зрительной ориентации молоди при низкой освещенности, и как, следствие – большое попадание её в водозаборы.

Установлено, что попадание кормовых организмов в водозаборные сооружения напрямую связано с объемом забираемой ими воды. Так, установлена высокая скоррелированность ущерба от гибели кормовых организмов в натуральном исчислении (т) с объемом забираемой воды водозаборами (м³).

Уравнение регрессии, аппроксимирующее линейную зависимость между ущербом от гибели кормовых организмов (зоопланктона) выраженной в натуральном выражении (т) и объемом изъятной воды водозабором в весенний период времени (м³) имеет вид: $Y_1 = 0,0000120 \times X_1 - 0,4486$ ($R^2 = 0,97$; $r = 0,98$; $p = 0,0000002$).

При работе водозаборов на Горьковском и Чебоксарском водохранилищах негативное влияние на рыбные запасы оказывают: 1) забор/изъятие воды для промышленных, питьевых, энергетических нужд при работах водозаборов из рр. Волга, Ока и Сура, при котором происходит гибель кормовых организмов (зоопланктон). Срок восстановления продуктивных свойств русла принимается 1 год; 2) забор/изъятие воды для промышленных, питьевых, энергетических нужд при работах водозаборов из рр. Волга, Ока и Сура, при котором происходит ущерб рыбным запасам.

По имеющимся у нас данным у ФГБНУ "ГосНИОРХ": более 20% водозаборов на Горьковском водохранилище не имеют РЗУ, а на Чебоксарском водохранилище 43% соответственно. В пределах региона (Нижегородская область) 20% водозаборов не имеют рыбозащитных устройств/сооружений.

Видовой состав молоди рыб, попадающей в водозаборы при изъятии волжской воды весной состоит из представителей семейств: карповых (белоглазка, верховка, густера, елец, жерех, карась, красноперка, лещ, пескарь, плотва, синец, уклейка, чехонь, язь), окунёвых (берш, ёрш, окунь, судак), бычковых (бычок кругляк, бычок цуцик, бычок песочник, звездчатая пуголовка), баллитовых (голец), тресковых (налим), керчаковых (подкаменщик), головешковых (ротан), корюшковых (снеток), сельдевых (тюлька), вьюновых (щиповка) и щуковых (щука) 31 вида.

Основную часть рыб, попадающих в водозаборные сооружения представители семейств карповых (74,4%), окунёвых (16,4%) и сельдевых (5%). Закачивание в насосные станции представителей других семейств отмечалось в меньших количествах (4,1%).

Рассматривая видовой состав молоди рыб по отдель-

ным семействам на водохранилищах следует отметить. Что из семейства карповых наиболее интенсивно попадает молодь уклейки (33%), плотвы (12,1%), леща (11%), густеры (6,5%) и белоглазки (6,5%). Из семейства окунёвых по численности преобладает молодь окуня (10,4%). Из представителей других семейств чаще попадает молодь тюльки семейства сельдевых (5%).

Суммарная величина ущерба ВБР Горьковского и Чебоксарского водохранилищ, наносимого при работе десяти водозаборов весной представлена в табл. 2.

Суммарный ущерб ВБР при работе 10 водозаборов составил 45056 кг или 45 т в натуральном выражении. В том числе по рр. Волга 2 т, Ока – 42,1 т, Сура – 0,857 т в натуральном выражении. Наибольший ущерб ВБР в натуральном исчислении (кг, т) наносит водозабор Дзержинской ТЭЦ с оголовком ковшового типа. Суммарная гибель молоди рыб, попадающей в водозаборы в весенний период времени составил 16 млн. экз. Уравнение регрессии, аппроксимирующее линейную зависимость между ущербом от гибели кормовых организмов (зоопланктона) выраженной в натуральном выражении (т) и объемом изъятной воды водозабором в весенний период времени (м³) имеет вид: $Y_2 = 0,00000120 \times X_2 - 0,4486$ ($R^2 = 0,97$; $r = 0,98$; $p = 0,0000002$).

Определить более точно действительный ущерб рыбному хозяйству от изъятия воды затруднительно из-за значительной численности водозаборного парка, насчитывающего более 155 единиц по разным оценкам специалистов. Кроме того, попадание мигрирующей молоди рыб в водозаборы происходит в сравнительно короткий период ее ската.

Разработана методика расчета общей функции желательности (ОФЖ) для рыбозащитных сооружений парка водозаборов Горьковского и Чебоксарского водохранилищ. Это эффективный инструмент для решения сохранения ВБР, попадающих в водозаборы; ранжирование РЗУ по его качеству/эффективности; квалификационной оценки РЗУ по значению ОФЖ и др. Выявлена тесная корреляция между показателями общей функции желательности и коэффициентом эффективности рыбозащитных устройств водозаборов.

Уравнение регрессии, аппроксимирующее линейную зависимость между ОФЖ и коэффициентом эффективности (%) РЗУ имеет вид: $Y_2 = 0,013 \times X_2 - 0,4396$ ($R^2 = 0,77$; $r = 0,88$; $p = 0,0002$).

Таким образом, вред (ущерб), наносимый гидротехническими сооружениями водным биоресурсам Горьковского и Чебоксарского водохранилищ, составляет 366 т. Восполнять его ежегодно, в эквивалентном по промышленному возврату количеством зарыбляемой молоди рыб, с научной точки зрения нелогично.

Таблица 2.

Суммарный вред ВБР равнинных водохранилищ Средней Волги (Горьковского и Чебоксарского) при изъятии/заборе воды парком водозаборов.

№ п/п	Водозаборы	W*, м ³	Оголовок	Зоопланктон		Ихтиопланктон		Ущерб ВБР	
				кг	т	кг	т	кг	т
Волга									
1	Нижегородская ГРЭС	240333	руслевой	271	0,271	5	0,005	276	0,276
2	Сормовская ТЭЦ	2838244	ковш	415	0,415	17	0,017	432	0,432
3	Чебоксарская ТЭЦ-2	242555	глубинный	567	0,567	28	0,028	595	0,595
4	Заволжский моторный завод	353904	ковш	310	0,31	6	0,006	316	0,316
5	МУП "Жилкоммунсервис"	101616	ковш	124	0,124	5	0,005	129	0,129
6	Костромская ТЭЦ-2	350400	ковш	307	0,307	5	0,005	312	0,312
Всего по р. Волга		4127052		1994	1,994	65,767	0,066	2060	2,060
Ока									
7	Завод им. Я.М. Свердлова	1559833	глубинный	1665	1,665	140	0,14	1805	1,805
8	Дзержинская ТЭЦ	16502278	ковш	21721	21,721	361	0,361	22082	22,082
9	Автозаводская ТЭЦ	17093544	глубинный	18249	18,249	3	0,003	18252	18,252
Всего по р. Ока		35155655		41635	41,635	504	0,504	42139	42,139
Сура									
10	Ядринский машзавод	1460000	глубинный	854	0,854	3	0,003	857	0,857
Всего		40742707		44483	44,483	573	0,573	45056	45,056

Примечание: * - объем изъятый воды водозабором, м³.

Для Нижегородской ГЭС предлагается выполнить комплекс превентивных и защитных мер по сохранению водных биоресурсов и предупреждению их гибели. Предварительную эффективность предлагаемых мероприятий и мер, по нашему мнению, можно оценить на уровне 91 %. По парку водозаборов равнинных водохранилищ ситуация может решаться только на федеральном уровне, т.к. нарушается ряд Федеральных законов. Водозаборы в подавляющем большинстве находятся в частной собственности и доступ к ним невозможен. Несмотря на это, среди экологических способов сохранения водных биоресурсов от воздействия парка водозаборов равнинных водохранилищ можно рекомендовать следующие: снижение величин водопотребления в нерестовый период рыб; установка рыбозащитных устройств водозаборов должна осуществляться с учетом пространственно-временного распределения молоди рыб; запрет установок водозаборов в местах нерестилищ рыб. Необходимы периодически и натурные испытания по определению эффективности работы рыбозащитных сооружений устанавливаемых на водозаборах в течение минимум 2-х лет, так как гидрологические условия на водоемах, особенно в период нереста рыб каждый могут быть разные.

На Чебоксарском водохранилище вред наносимый гидромеханизированными работами при добычи нерудных строительных материалов (НСМ). Так, максимальный вред (ущерб) биомассе зоопланктона от работы земснарядов производительностью 525 м³/ч составляет не более 0,7 % гибели, а в сливе с барж от 35 до 85 % отмерших зоопланктеров. При этом наблюдается гибель 100 % кормового зообентоса в районе шлейфа мутности на расстоянии до 100 м. Напротив, при работе земснарядов производительностью 80 м³/ч в водотоке первого порядка водохранилища, нами было выявлено, что среднесуточный ущерб биомассе зоопланктона на всем протяжении шлейфа мутности составляет 3 % гибели, а вред (ущерб) биомассе зоопланктона с карт намыва составляет 1,5 % гибели зоопланктеров. Максимальная концентрация отмершего зоопланктона по биомассе (11,4 %) была обнаружена в поверхностном слое (0,1 м) в 250 м ниже земснаряда на участке подпора водохранилища.

Таким образом, в результате наших исследований было выявлено следующие положения:

- ◆ Техногенные и биотические факторы среды (из-

менение гидрологического режима и изъятие воды Нижегородской ГЭС, эвтрофикация и др.), определяющие нарушение условий нереста и гибели рыб, вызывают разрушение ядра бентических и пелагических комплексов ихтиофауны равнинных водохранилищ Средней Волги, приводящее к фактической дифференцированной смертности рыб семейства карповых до 5%, а рыб семейства окунёвых до 95% от общего количества погибшей рыбы. Значительная часть до 63 % ранней молоди рыб гибнет в результате прохода через гидроагрегаты и при изъятии воды на технические нужды ГЭС

◆ Акватории верхнего и нижнего бьефов Нижегородской ГЭС характеризуются гетерогенностью фаунистических комплексов рыб: наличием понто-каспийского и бореально-равнинного комплексов на верхнем бьефе (Горьковское водохранилище) и добавлением третично-равнинного комплекса на нижнем бьефе (Чебоксарское водохранилище), что обусловлено повышением разнообразности биотопов в акватории нижнего бьефа, сопровождающееся возрастанием численности и видового разнообразия рыбного населения.

◆ При изъятии воды из Горьковского и Чебоксарского водохранилищ оголовки водозаборов береговых насосных станций приводят к дифференцированной гибели рыбного населения.

При этом доля вреда для приоритетных видов рыб (с

учетом семейств) составляет: – уклейка 23 %, плотва 22 %, лещ 10 % (все – сем. Карповые); окунь 10,4 % (сем. Окуневые); тюлька 5 % (сем. Сельдевые); бычок кругляк 2,8 % (сем. Бычковые). Доля остальных видов рыб попадающих в водозаборы составляет меньше 1 %.

◆ Эффективность и качество работы рыбозащитных устройств на водозаборах с оголовками разного типа может быть оценено по единому алгоритму на основе теории нечетких множеств с применением обобщённой функции желательности.

◆ Минимальная плотность чужеродных рыб понто-каспийского морского фаунистического комплекса отмечена на водозаборах ковшового типа, а максимальная – в водозаборах руслового типа. В то же время, наибольшая доля чужеродных видов рыб по сравнению с общим числом видов наблюдается в водозаборах руслового типа с глубинными оголовками (>79 %), что объясняется преобладанием среди бентических рыб чужеродных видов сем. Gobiidae по сравнению с аборигенными.

◆ Зоны повышенной мутности, создаваемые гидромеханизированными работами на Чебоксарском водохранилище, вызывают неспецифическую реакцию гибели грубых фильтраторов зоопланктона, напрямую связанную с применяемыми технологиями производства/добычи нерудных строительных материалов, что в результате приводит к сокращению кормовой базы рыбного населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жидовинов В.И. Особенности покатной миграции молоди карповых, окунёвых и сельдевых рыб, как основа экологических способов их защиты в дельте р. Волги / В.И. Жидовинов. – Автореф. дисс. канд. биол. наук. – М., – 1985, – 24 с.
2. Костюрин Н.Н. Определение влияния водозаборных сооружений на ихтиофауну дельты Волги и методы оценки ущерба рыбному хозяйству / Н.Н. Костюрин. – Диссерт...канд. биол. наук, – Астрахань, – 2000, – 112 с.
3. Павлов Д.С. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или / Д.С. Павлов, В.К. Нездолий, Р.П. Ходоревская [и др.]. – М.: – Наука, – 1981, – 320 с.
4. Павлов Д.С. Экологический способ защиты рыб на повороте струёй открытого потока / Д.С. Павлов, А.Ш. Барекян, И.И. Рипинский, В.К. Нездолий, М.П. Островский, А.М. Большов. – М., – 1982. – 112 с.
5. Павлов Д.С. Покатная миграция рыб через плотины ГЭС / Д.С. Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин. – М.: – Наука, – 1999. – 255 с.
6. Павлов Д.С. Явление покатной миграции рыб из водохранилищ (закономерности и механизмы) / Д.С. Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин // Актуальные проблемы рационального использования биологических ресурсов водохранилищ. – Рыбинск: – Изд-во ОАО "Рыбинский Дом печати". – 2005. – С. 224–238.
7. Павлов Д.С. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения [Текст] / Д.С. Павлов, А.М. Пахоруков. – М.: – Легкая и пищевая пром-сть. – 1983. – 264 с.
8. Пахоруков А.М. Изучение распределения молоди рыб в водохранилищах и озерах. Методическая разработка [Текст] / А.М. Пахоруков. – М.: – Наука. – 1980. – 64 с.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) [Текст] / И.Ф. Правдин. – М.: – Пищ. пром-сть. – 1966. – 367 с.
10. Котляр О.А. Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиофауна) [Текст] / О.А. Котляр. – Рыбное. – 2004. – 180 с.
11. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб [Текст] / А.Ф. Коблицкая. – М.: – Легкая и пищевая пром-сть. – 1981. – 208 с.
12. Атлас молоди пресноводных рыб России [Текст] – М., – 2011. – 383 с.
13. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция [Текст]. – Л., – 1982.
14. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция [Текст]. – Л., – 1984.
15. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам [Текст]. – Введ. – 2011 – 25 11. – Приказ № 1166. – 69 с.