

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ В ВОДОЁМАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ АЭС И ГРЭС ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

©2023 Быков А.Д.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, 105187, Россия
e-mail: 89262725311@mail.ru

Поступила в редакцию 23.02.2023. После доработки 05.05.2023. Принята к публикации 17.05.2023

В статье представлен обзор чужеродных видов рыб, обитающих в водоёмах-охладителях АЭС и ГРЭС Центральной России. Дается краткая характеристика водоёмов-реципиентов, как среды обитания термофильных видов рыб, не характерных для аборигенной ихтиофауны региона. Приводятся очерки об истории появления этих видов, особенностях биологии, встречаемости в уловах, рыбохозяйственном значении в шести малых водохранилищах спецводопользования, расположенных в границах Московской, Смоленской, Рязанской и Курской областей России. Показаны основные векторы инвазий гидробионтов в водоёмах-охладителях по каждому чужеродному виду, зафиксированному в результате ихтиологического мониторинга на данной группе водохранилищ. Дается прогноз динамики численности чужеродных видов рыб в зависимости от изменений термического режима водоёмов, объёмов зарыблений и интенсивности рыболовства в водоёмах-охладителях АЭС и ГРЭС Центральной России.

Ключевые слова: водоём-охладитель, чужеродные виды рыб, интродукция, саморасселение, натурализация.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-2-23-39

Введение

Стремительное развитие тепловой и атомной энергетики во второй половине XX в. привело к тому, что водоёмы-охладители сейчас являются достаточно распространённым типом водных объектов в Центральном регионе России. Исследование специфических особенностей гидрологии, гидрохимии и гидробиологии этих водохранилищ позволило выделить их в особый тип водных объектов [Буторин, 1969]. Водоёмы-охладители относятся к разряду так называемых природно-техногенных [Мордухай-Болтовской, 1975; Безносков и др., 2002; Суздалева и др., 2015] или инженерно-экологических [Протасов и др., 1991] систем. Принципиальным отличием водоёмов-охладителей от естественных водоёмов, является то, что экологические условия, складывающиеся в водоёмах-охладителях, определяются не только природными факторами, но и режимом работы электростанции.

Особенности термического и кислородного режимов водоёмов-охладителей способствуют обитанию в них термофильных

гидробионтов, не характерных для данной климатической зоны и появившихся в них в результате целенаправленной и/или случайной интродукции, а также саморасселения.

Уже на начальном этапе формирования ихтиофауны водоёмов-охладителей в её составе в результате работ по преднамеренной интродукции появились дальневосточные растительноядные виды рыбы: белый и пёстрый толстолобики, белый и чёрный амурь [Мосияш, Саппо, 1989; Никаноров и др., 1989; Авинский, 1990]. Эти пелагофилы не формируют самовоспроизводящиеся популяции в водоёмах лимнического типа, а их воспроизводство искусственно поддерживается путём периодических зарыблений. В дальнейшем, в водоёмы-охладители проникли и другие виды рыб в результате преднамеренной и непреднамеренной интродукции.

Целью работы является описание отдельных аспектов биологии, рыбохозяйственного значения и прогноза изменения численности рыб, чужеродных по отношению к аборигенной ихтиофауне водоёмов верхнего течения

рек Ока и Днепр, из шести водоёмов-охладителей энергетических объектов Центральной России.

Краткая характеристика водоёмов-охладителей Центральной России

Водоёмы-охладители ГРЭС и АЭС Центральной России распределены мозаично на обширной территории Восточно-Европейской равнины и в соответствии с зональным типом растительности расположены как в зоне смешанных лесов (Шатурские озёра, Десногорское водохранилище (вдхр.)) так и в лесостепной зоне (остальные водоёмы) в условиях умеренно-континентального климата Европейской части страны. Водоёмы-охладители АЭС (Десногорское и Курчатовское водохранилища) расположены на водосборной площади р. Десны (Днепровский бассейн),

а водоёмы-охладители ГРЭС относятся к Волжскому бассейну и расположены на водосборной сети верхнего (Черепетское и Щёкинское водохранилища) и среднего (Шатурские озёра и Новомичуринское вдхр.) течения р. Оки (рис.).

Все рассматриваемые водоёмы-охладители, по технико-гидрологическим параметрам, относятся к водоёмам непроточного типа и характеризуются оборотной системой водоснабжения, в которой подогретые воды, сбрасываемые по каналам АЭС и ГРЭС, движутся в водоёме по более или менее замкнутой траектории к водозабору электростанции, образуя циркуляционное течение. По мере их движения в водоёме-охладителе их температура в результате контакта с атмосферным воздухом снижается. При этой системе один и тот же объём воды используется многократно.

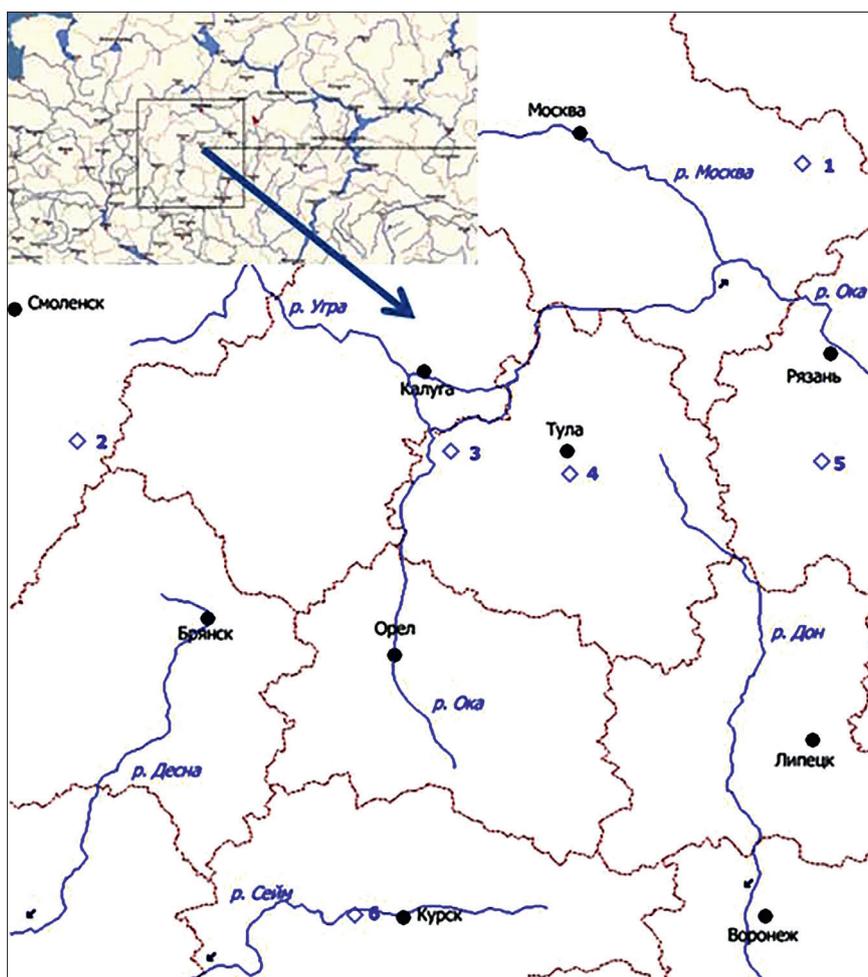


Рис. Карта-схема расположения водоёмов-охладителей АЭС и ГРЭС на территории субъектов Центральной России: 1 – водоём-охладитель Шатурской ГРЭС (Шатурские озёра); 2 – водоём-охладитель Смоленской АЭС (Десногорское вдхр.); 3 – водоём-охладитель Черепетской ГРЭС (Черепетское вдхр.); 4 – водоём-охладитель Щёкинской ГРЭС (Щёкинское вдхр.); 5 – водоём-охладитель Рязанской ГРЭС (Новомичуринское вдхр.); 6 – водоём-охладитель Курской АЭС (Курчатовское вдхр.).

В зависимости от базы, на которой построены водоёмы-охладители, Десногорское, Новомичуринское, Щёкинское и Черепетское водохранилища относятся к водоёмам-охладителям, построенным на реках, а по форме акватории и извилистости береговой линии относятся к простым долинным водохранилищам [Авакян, Шарапов, 1977]. Водоём-охладитель Шатурской ГРЭС относится к охладителям, построенным на группе озёр. Курчатовское вдхр. относится к водоёмам-охладителям наливного типа, при строительстве которого в пойме реки по всему контуру водоёма или его части была сооружена ограждающая дамба. Наполнение ложа и дальнейшая подпитка водой этого водоёма, компенсирующая потери на фильтрацию и испарение осуществляется из р. Сейм.

Наибольшая годовая сумма температур воды характерна для Курчатовского вдхр. – 7000 градусо-дней, а период с температурой воды выше 15 °С на этом водоёме составля-

ет восемь месяцев (с марта до середины ноября). В водоёмах-охладителях ГРЭС, в связи со снижением объёма выработки электроэнергии и модернизацией технологических циклов, сумма температур воды в среднем не превышает в последние годы 3000 градусо-дней [Никаноров и др., 1989; Лапин и др., 2014; Быков и др., 2015].

Большинство водоёмов-охладителей относительно мелководны, имеют ровный рельеф дна, с преобладающими глубинами 4–5 м (табл. 1).

Вода всех водоёмов-охладителей Центральной России гидрокарбонатно-кальциевого типа повышенной жёсткости с общей минерализацией 300–400 мг/л [Безносков и др., 2002; Лапин и др., 2014; Лапина и др., 2016].

По трофическому статусу и своим лимнологическим характеристикам Черепетское, Щёкинское водохранилища и Шатурские озёра оцениваются как эвтрофные водоёмы

Таблица 1. Краткая характеристика водоёмов-охладителей Центральной России

Показатели	Водоохранилище					
	Десногорское	Курчатовское	Шатурские озёра	Черепетское	Щёкинское	Новомичуринское
Год ввода в эксплуатацию	1980	1975	1925	1953	1950	1974
Субъект России, области	Смоленская	Курская	Московская	Тульская	Тульская	Рязанская
Водоём-охладитель	Смоленской АЭС	Курской АЭС	Шатурской ГРЭС	Черепетской ГРЭС	Щёкинской ГРЭС	Рязанской ГРЭС
Площадь водосбора, км ²	1250	нет	нет	490	1400	3510
Площадь при НПУ*, га	4220	2150	1479	818	586	1758
Объём при НПУ, млн м ³	295	94.6		36.7	20.7	64.5
Средняя глубина при НПУ, м	10	4.4	2.9	4.5	3.5	3.7
Максимальная глубина при НПУ, м	22	9.5	7	10	12	15.6
Среднегодовой сток, млн м ³	255	наливное	наливное	89.3	190	171 (521)
Доля мелководий (глубины ≤ 2 м), в %	15	10	40	25	35	18

Примечание: * НПУ – нормальный подпорный уровень водохранилища.

[Авинский и др., 1990; Быков, 2021] а Курчатовское, Десногорское и Новомичуринское – как мезотрофные водоёмы [Никаноров и др., 1989; Лапин и др., 2014; Быков и др., 2017].

Состав ихтиофауны водоёмов-охладителей АЭС (Десногорское, Курчатовское) и Новомичуринского вдхр. включает от 29 до 31 вида рыб [Быков и др., 2017; Быков, 2020а]. В водоёмах-охладителях ГРЭС Тульской и Московской областей (Черепетское, Щёкинское водохранилища и Шатурские озёра) видовое разнообразие рыб существенно ниже – 21–23 вида [Быков и др., 2017; Быков, 2021].

Материал и методы

Всего за период рыбохозяйственных исследований ФГБНУ «ВНИРО» на данных водоёмах в 2007–2020 гг. было поймано 3489 экз. 15 чужеродных для региона видов рыб (табл. 2).

При проведении учётных съёмок на водоёмах-охладителях применяли порядки одностенных (шаг ячеи 14–50 мм) и рамовых ставных (шаг ячеи 60–120 мм) сетей по мно-

голетней сетке станций. В период проведения учётных съёмок также исследовали любительские и браконьерские уловы.

Среднюю долю встречаемости вида в уловах порядка ставных разноячейных сетей рассчитывали, как деление суммы встречаемости вида в каждой сети с определённым шагом ячеи на количество сетей в порядке, выраженную в %. Осреднённую долю отдельного вида рыб в структуре уловов ставных сетей за период учётной съёмки рассчитывали делением суммы его встречаемости (N) во всех порядках ставных сетей, выставляемых по сетке станций, на количество учётных станций.

Для изучения встречаемости непромысловых видов рыб проводили притонения мальковым неводом (длина 5 м, шаг ячеи в крыльях и мотне 6 мм). Структуру уловов малькового невода рассчитывали по доли каждого вида от общей величины всего улова за съёмку.

Всего на шести водоёмах-охладителях было проанализировано 386 уловов разноячейных ставных сетей, 78 уловов малько-

Таблица 2. Объём собранного и обработанного ихтиологического материала на водоёмах спецводопользования Центральной России, экз.

Вид	Водоёмы-охладители						Всего:
	Смоленской АЭС	Курской АЭС	Черепетской ГРЭС	Щёкинской ГРЭС	Рязанской ГРЭС	Шатурской ГРЭС	
Серебряный карась	298	366	166	541	138	89	1598
Сазан	6	7	28	25	5	3	74
Белый толстолобик	5	2	41	6	3		57
Пёстрый толстолобик	238					1	239
Белый амур	44		1	2	2		49
Чёрный амур			2		9		11
Канальный сомик	3	1	38	6	1	2	51
Мозамбикская тилapia	201	46					247
Ротан	2			36			38
Обыкновенный горчак				1086	2		1088
Бычок-песочник	10	9					19
Бычок-кругляк					8		8
Амурский чебачок				5			5
Сибирский осётр	2						2
Радужная форель	4						4
Всего:	813	430	276	1707	168	95	3489

вым неводом. Полный биологический анализ рыб проводили по традиционным методикам [Правдин, 1966].

К чужеродным для водоёмов Центральной части России видам относили рыб, перечисленных ранее в обзоре по инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна [Слынько и др., 2010].

Для характеристики относительной численности чужеродных видов в структуре рыбного населения водоёмов-охладителей использовали градацию встречаемости рыб на основе осреднённых показателей их доли в уловах. К редким и малочисленным относили рыб, встречаемость которых составляла $\leq 1\%$; к обычным и многочисленным – $1-10\%$; к доминантам – $\geq 10\%$ [Терещенко, Надилов, 1996; Иванчев, Иванчева, 2010].

Систематическое положение видов приведено в соответствии со справочником «Атлас пресноводных рыб России» [2002]. Статистическую обработку данных осуществляли биометрическими методами [Плохинский, 1970] с использованием программного пакета Microsoft Excel 10.

Результаты

Серебряный карась *Carassius auratus* complex (Bloch, 1782) в научно-исследовательских уловах на водоёмах-охладителях Курской АЭС, Рязанской, Щёкинской и Черепетской ГРЭС в 1980-е гг. не отмечался [Мосияш, Саппо, 1989; Никаноров и др., 1989; Авинский, 1990]. По данным Псковского отделения ГосНИОРХ, в Черепетском и Щёкинском водохранилищах в уловах 1990 г. был обычен только золотой карась *Carassius carassius* (L., 1758) [Северин, 1994]. Саморасселение серебряного карася в Центральной России началось с водоёмов Азово-Черноморского бассейна [Слынько и др., 2010; Абраменко, 2011]. По устным сообщениям инспекторов рыбоохраны, в прудах и водохранилищах Курской обл. этот вид был уже массовым с конца 1980-х гг., а например, в водоёмах Тульской обл. – вспышка численности серебряного карася началась уже только в середине 1990-х гг.

При проведении учётных съёмок сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» на водоёмах-охладителях за период с 2007 по 2019 г. золотой карась в них отсутствовал, а серебряный карась на всех водоёмах данной группы входил в ядро ихтиофауны. В 2007–2019 гг. его доля в сетных уловах (сети с шагом ячеи 35–60 мм) по численности колебалась от 25 до 85%, а по массе в интервале от 30 до 90% [Быков, Староверов, 2013; Быков, Митенков, 2017; Материалы, обосновывающие..., 2017].

Предельный возраст в выборках серебряного карася из водоёмов-охладителей составлял не более восьми лет. Все его популяции являются бисексуальными, с высокой долей самцов (17–35%) в половом составе. Самцы карася в условиях термофикации вод созревают в возрасте 1+, а самки – начинают созревать с двухлетнего возраста [Быков, Староверов, 2013].

Максимальные размеры серебряного карася в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 32.5 см и массой 1098 г в возрасте 8+ на Курчатовском вдхр. в 2015 г. [Материалы, обосновывающие..., 2017].

Во всех водоёмах-охладителях серебряный карась является одним из основных объектов любительского рыболовства и браконьерского сетного лова.

Сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759, или карп различных породных групп, обитает во всех водохранилищах данной группы и на первоначальном этапе формирования ихтиофауны водоёмов-охладителей убегал из садков рыбоводных хозяйств, где был основным объектом товарного рыбоводства. Для более рационального использования рыбных запасов водоёмов-охладителей в советский период проводились массовые зарыбления карпом Черепетского, Новомичуринского и Курчатовского водохранилищ. С 1982 по 1988 г. в водоём-охладитель Черепетской ГРЭС было выпущено 981 тыс. годовиков карпа. В 1984–1988 гг. промышленный вылов карпа в нём составлял в среднем 1.3 т, а его доля в уловах достигала 21.4%. Промысловый запас карпа в этот период в данном водоёме оценивался в 78 т при ихтиомассе 95 кг/га [Авинский и др., 1990]. С начала XXI в. объём зарыблений карпом водоёмов-охладителей был существенно

ниже (например, в Щёкинское водохранилище выпустили в 2003–2004 гг. около 600 тыс. сеголетков; в Новомичуринское в 2011–2014 гг. 40 тыс. экз. двухлетков), а его вылов осуществлялся преимущественно любителями и браконьерами.

В отдельных водохранилищах популяции сазана поддерживаются за счёт естественного воспроизводства, однако, эффективность его остаётся низкой из-за малой численности производителей и высокой биомассы речного окуня *Perca fluviatilis* L., 1758 во всех водохранилищах данной группы.

Наиболее высокая доля сазана в уловах крупноячеистых рамовых сетей (шаг ячеи 60–80 мм) за период наблюдений была зафиксирована в Щёкинском водохранилище – 25%, а наиболее низкая – ≤1%, в Десногорском [Материалы, обосновывающие..., 2017].

В водоёмах-охладителях АЭС и ГРЭС сазан становится половозрелым значительно раньше, чем в водоёмах с естественным температурным режимом Центрального региона России. Половозрелые самцы встречались в уловах уже в возрасте 2+, а самки в возрасте 4+. Максимальные размеры сазана, в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 98 см и массой 15 007 г в возрасте 12+ на Новомичуринском вдхр. в 2014 г. [Материалы, обосновывающие..., 2017].

Сазан в настоящее время (2018–2022 гг.) является пока ещё обычным видом в водоёмах-охладителях АЭС и ГРЭС, сокращающим численность по причине снижения объёмов зарыбления, браконьерского и любительского вылова.

Белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) в 1980-е гг. являлся наиболее массовым, наряду с сазаном (каrpом), объектом зарыбления водоёмов-охладителей ГРЭС Тульской и Рязанской областей [Никаноров и др., 1989; Мосияш, Саппо, 1989; Авинский и др., 1990].

С 1982 по 1988 г. в водоём-охладитель Черепетской ГРЭС было выпущено 730.7 тыс. экз. толстолобика средней массой от 37 до 111 г. В 1980-е гг. средняя промысловая рыбопродуктивность этого водоёма по белому толстолобику после массовых зарыблений крупным посадочным материалом составля-

ла 280.5 кг/га, а среднегодовой вылов толстолобика составлял 45 т [Авинский и др., 1990]. Сходными показателями рыбопродуктивности и вылова белого толстолобика в тот период характеризовалось и Новомичуринское вдхр. [Никаноров и др., 1989]. В постсоветский период промышленный лов толстолобика прекратился, а отсутствие зарыблений в сочетании с интенсивным браконьерским выловом привело к резкому снижению численности толстолобика во всех водоёмах-охладителях. Наиболее высокая численность до 2013 г. поддерживалась в водоёме-охладителе Черепетской ГРЭС, куда в 2003–2006 гг. и 2012–2013 гг. суммарно выпустили 1390 тыс. экз. сеголетков, 90 тыс. экз. двухгодовиков и двухлеток из расположенного на нём садкового рыбководного хозяйства ОАО «Черепетский рыбхоз». На других водохранилищах спецводопользования садковые рыбководные хозяйства либо прекратили свою деятельность, либо переориентировались на производство других объектов аквакультуры.

Доля белого толстолобика в уловах крупноячеистых ставных сетей (шаг ячеи 60–100 мм) в 2009–2015 гг. в Черепетском вдхр. составляла – 45%; в Новомичуринском – 7.2%; Щёкинском – 5.3%. В водоёмах-охладителях белый толстолобик созревает в возрасте 7–8+, факты естественного нереста не установлены. Максимальные размеры в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 87 см и массой 13 050 г в возрасте 8+ на Новомичуринском вдхр. в 2014 г. [Материалы, обосновывающие..., 2017].

Белый толстолобик в настоящее время (2018–2021 гг.) является пока ещё обычным видом в водоёмах-охладителях ГРЭС Тульской и Рязанской областей, сокращающим численность по причине снижения объёмов зарыбления, браконьерского вылова и периодической массовой миграции через плотины вниз по течению в период паводков.

Белый амур *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) в водоёмах-охладителях появился уже в постсоветский период (с 1990-х гг.), когда проблема зарастания водохранилищ макрофитами по мере старения их экосистем начала проявляться наиболее остро [Быков, 2016].

Наибольшее количество белого амура на стадии сеголетка (5703 тыс. экз.) и двухлетка (111.7 тыс. экз.) выпускалось в Десногорское вдхр. в период работы (с 2002 по 2012 г.) садкового рыбоводного хозяйства Смоленской АЭС. Также существенный объём выпуска двухлеток (60.0 тыс. экз.) осуществлялся в 2011–2014 гг. в Новомичуринское вдхр. и годовиков (51.0 тыс. экз.) в Черепетское вдхр. В другие водоёмы-охладители молодь данного вида выпускали в значительно меньших объёмах и нерегулярно [Быков, 2016].

В водоёмах-охладителях *C. idella* обитает преимущественно в зоне циркуляционного течения сбросных вод ГРЭС и АЭС, на акватории водохранилищ – между сбросным и водозаборными каналами. На участках акватории с естественным температурным режимом в верховьях русловых водохранилищ (Новомичуринское, Десногорское) белый амур редок, несмотря на высокую степень зарастаемости гидрофитами. В водохранилищах наливного типа (Курчатовское) или имеющих озёрную форму (Черепетское вдхр., оз. Муромское) распространён повсеместно, так как термический режим на акватории водоёмов-охладителей такой формы более однороден. Характерной особенностью распределения белого амура по акватории водоёма-охладителя является образование им локальных концентраций в районе работающих садковых рыбоводных хозяйств, где он интенсивно питается совместно с другими рыбами под садками выпадающим через садковую дель комбикормом. Максимальные размеры *C. idella* в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 98 см и массой 20 250 г в возрасте 13+ на Новомичуринском вдхр. в 2014 г. [Быков, 2016].

Из-за высокой степени изъятия белого амура преимущественно любительскими орудиями лова, в том числе и с помощью подводной охоты, и сокращения зарыбления в Десногорском и Новомичуринском водохранилищах в последние годы вид стал редким, а площадь зарастания гидрофитами в этих водоёмах по сравнению с периодом его максимальной численности существенно увеличилась.

Пёстрый толстолобик *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845). В 1980-е гг. был

массовым видом во всех рассматриваемых здесь водоёмах-охладителях ГРЭС. Объём вылова в эти годы, с учётом браконьерского вылова, в Щёкинском вдхр. составлял ориентировочно 25–30 т в год. Промысловая рыбопродуктивность по данному виду составляла тогда 40–50 кг/га [Северин и др., 1994]. В постсоветский период, только Десногорское вдхр. массово зарыблялось пёстрым толстолобиком и его гибридными формами. В других водоёмах-охладителях данный вид встречается единично.

Десногорское вдхр. с 2003 по 2012 г. ежегодно зарыблялось крупным посадочным материалом *H. nobilis*, а общий объём выпуска только двухлетка составил 1.218 млн экз. Массовые выпуски привели к формированию значительного промыслового запаса (в 2013 г. – 720 т), при средней биомассе этого вида в водоёме-охладителе Смоленской АЭС около 140 кг/га [Быков, 2020a].

Анализ размерного состава пёстрого толстолобика в сетных уловах из водоёма-охладителя Смоленской АЭС за 2009–2017 гг. выявил динамику ежегодного увеличения средних показателей длины тела рыб в выборках с 53 до 85.4 см. Средняя масса рыб в промысловых уловах постепенно увеличивалась с 6.6 кг до 12.2 кг. В уловах 2015 г. доля крупных рыб (≥ 10 кг) составляла 46.4%, а в 2017 г. уже 55%. Возрастной состав по выборкам 2009–2017 гг. был представлен двенадцатью возрастными группами и колебался от 3+ до 14+ лет. Максимальные размеры *H. nobilis* в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 103 см и массой 25 010 г в возрасте 13+ на Десногорском вдхр. в 2016 г. [Быков, 2020б].

С 2013 г. после ликвидации подсобного рыбоводного хозяйства Смоленской АЭС объём зарыбления водохранилища пёстрым толстолобиком прекратился, а уровень промысловой нагрузки остался прежним, что привело к резкому снижению численности популяции этого вида в водоёме-охладителе Смоленской АЭС.

Чёрный амур *Mylopharyngodon piceus* (Richardson, 1846). Из рассматриваемых здесь водоёмов Центральной России чёрный амур обитает только в Десногорском, Курча-

товском, Черепетском и Новомичуринском водохранилищах. Причём, в двух первых водоёмах он редок. В Черепетском вдхр. был обычным видом только в районе садковых линий ЗАО «Черепетский рыбхоз». В Новомичуринском вдхр. после массовых зарыблений его двухлетками (60 тыс. экз.) в 2011–2014 гг. был также обычным видом в течение последующих трёх – четырёх лет. Максимальные размеры рыб в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 100 см и массой 17 850 г в возрасте 7+ на Новомичуринском вдхр. в 2014 г. [Быков и др., 2015].

После 2015 г. Водоём-охладитель Рязанской ГРЭС не зарыблялся чёрным амуром и в настоящее время этот вид является редким в данном водохранилище.

Канальный сомик *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) обитает во всех водоёмах-охладителях данной группы. Однако только в Черепетском вдхр. популяция этого вида была многочисленной ещё с 1980-х гг. [Кудерский, 1982] вплоть до 2014 г. В 1980-е гг. промышленный вылов сомика здесь колебался от 0.07 т в 1987 г. до 1.7 т в 1988 г. Его промысловый запас в Черепетском вдхр. в тот период оценивался в 34.6 т [Авинский и др., 1990]. Ориентировочный годовой вылов, по экспертной оценке сотрудников лаборатории пресноводных рыб ФГБНУ «ВНИРО», на донные удочки в этом водоёме вплоть до 2014 г. составлял не менее 2 т. В зависимости от квалификации рыболова и активности клёва уловы сомика достигали 20 кг в день на 1 рыбака [Быков, Митенков, 2017].

Натурализации этого вида способствовали благоприятные условия нагула под садковыми линиями ОАО «Черепетский рыбхоз» и стимулирование естественного воспроизводства на искусственных нерестовых субстратах (молочных металлических бидонах), выставяемых рыбоведами в период нереста. Охрана кладок икры и личинок самцами данного вида на нерестилищах-«гнездах» такого типа способствовали высокой выживаемости его молоди.

В уловах ставных сетей с шагом ячеи 40–80 мм *I. punctatus* на Черепетском вдхр. за период наблюдений составлял в зависимости от шага ячеи от 5 до 20% по численности. Раз-

мерно-весовой состав выборок канального сомика Черепетского вдхр. за период наблюдений колебался от 14 до 50 см по длине и от 61 до 2800 г по массе. В уловах были представлены рыбы семи возрастных групп с преобладанием пяти-шестилеток. В других водоёмах-охладителях сомик встречался в уловах единичными экземплярами. Максимальные размеры его в сетных уловах были зафиксированы у самки длиной 50 см и массой 2820 г в возрасте 7+ на Черепетском вдхр. в 2013 г. В других водоёмах-охладителях размеры рыб не превышали 30 см и массы 420 г.

Характерной особенностью биологии *I. punctatus* во всех рассматриваемых здесь водохранилищах является его локальное распределение по акватории водоёмов-охладителей. Практически все поимки этого вида в ставные сети происходили вокруг садковых линий действующих рыбхозов. На крючковую снасть (донки, зимние удочки) он ловился под садками с товарной рыбой и в устьевой части сбросных каналов.

Просмотр содержания желудочно-кишечных трактов сомов показал, что основной пищей этого вида в водоёме-охладителе Черепетской ГРЭС являлся комбикорм, выпадающий из садков при кормлении товарной рыбы. Заменяющими компонентами питания были мелкая рыба (до 5 см) и в водоёмах-охладителях Курской АЭС и Рязанской ГРЭС – пресноводная креветка рода *Macrobrachium*.

В результате модернизации технологических процессов на Черепетской ГРЭС с 2014 г. систему оборотного водного охлаждения теплообменных конденсаторов изменили с более энергозатратного цикла (через водоём-охладитель) на градирни. В результате чего уже зимой 2013–2014 гг. на всей акватории водохранилища появился устойчивый ледовый покров, и температура воды в течение зимнего периода не превышала 4 °С. Автор данной статьи лично видел результаты гибели большей части популяции канального сомика в феврале 2013 г. в районе садковых линий рыбхоза. Вместе с тем, в южных регионах России установлены факты натурализации канального сомика в реках с естественным температурным режимом – Большой Егорлык [Мишвелов, Олейников, 2008] и Кубань [Акселева, 2017].

По данным учётных съёмок ВНИИПРХ, на Черепетском вдхр. в 2021 г. единичные экземпляры сомиков присутствовали в уловах даже зимой, несмотря на температуру воды не более 4 °С [Никитенко и др., 2022].

Мозамбикская тилапия *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) появилась в водоёме-охладителе Курской АЭС в 1990-е гг. после выпуска небольших партий рыб, привезённых из садкового рыбхоза Смоленской АЭС [Коткин, 2013].

Благоприятный термический режим в водоёмах-охладителях АЭС (особенно в зимний период) способствовал быстрой натурализации этого вселенца в новых условиях обитания. Её территориальное поведение и агрессивность, характерная для крупных видов цихлид, привели к снижению в зоне сильного подогрева водоёма-охладителя Курской АЭС численности судака, плотвы, сазана и леща в начале XXI в. [Быков, 2020a].

В садковых рыбоводных хозяйствах Смоленской и Курской АЭС на период проведения исследований тилапию как объект товарного рыбоводства не использовали. Отсутствовало и ремонтно-маточное стадо мозамбикской и других видов тилапии в данных рыбхозах. То есть натурализация мозамбикской тилапии произошла в течение относительно короткого периода уже после единичных выпусков молоди в данные водохранилища. Площадь акватории круглогодичного обитания тилапии из-за морфологических особенностей водоёмов-охладителей Смоленской и Курской АЭС существенно различалась.

В Десногорском вдхр. (водоём-охладитель Смоленской АЭС) из-за его большей глубокководности и формирования зоны циркуляционного течения только в приплотинной части водоёма границы обитания тилапии ограничивались двумя разорванными между собой участками сильного подогрева – Трояновским каналом и заливом по р. Сельчанка (не более 5–7% от общей площади водоёма-охладителя). На основной акватории Десногорского вдхр. тилапия практически не встречалась даже летом.

В Курчатовском вдхр. зона циркуляционного течения охлаждаемых вод включает в себя около 90% всей акватории [Безносков и

др., 2002], и поимки тилапии в летний период происходили практически повсеместно. В осенний (ноябрь) и ранневесенний период (март) зона обитания вида в водоёме-охладителе Курской АЭС ограничивалась преимущественно зоной акватории сильного подогрева (к югу от разделительной дамбы) на глубинах 2–5 м и умеренным (0.15–0.2 м/с) течением.

Порционное икрометание тилапии, фиксируемое по сетным уловам «текущих» в брачном наряде рыб, наблюдалось в течение всего летнего периода на участках водоёмов-охладителей вне зарослей гидрофитов с плотным (незаиленным) дном. Это каменистые гряды из щебня и обломков бетонных плит в Курчатовском вдхр. (напротив насосной станции подкачки воды из р. Сейм) и одамбированная часть сбросных каналов водоёма-охладителя Смоленской АЭС.

Разноразмерная (от 2.5 до 6 см) молодь отмечалась в течение летне-осеннего периода как в уловах малькового невода (преимущественно вдоль зарослей валлиснерии спиральной *Vallisneria spiralis* L.), так и подъёмника при ловле с понтонных линий рыбоводных хозяйств.

Негативное воздействие тилапии на аборигенную ихтиофауну проявлялось в нерестовый период, когда она массово выедала раннюю молодь рыб-филофилов в литоральной зоне водохранилища, резко снижая эффективность их нереста. Сходная ситуация наблюдалась на Десногорском вдхр. в 2007–2010 гг. Обловы ставными сетями мелководных участков (глубиной до 2 м) на этом водоёме в летний период 2009–2010 гг. показали, что в зоне сильного подогрева (температура воды летом ≥ 27 °С) основу уловов составляли тилапия и белый амур. После гибели тилапии зимой 2010–2011 гг. в летних уловах на этих же участках доминировали плотва *Rutilus rutilus* (L., 1758), речной окунь и серебряный карась.

В условиях жёсткой территориальной конкуренции с тилапией массовыми видами в Курчатовском вдхр. стали короткоцикловые термофильные виды рыб с порционным нерестом – уклейка *Alburnus alburnus* (L., 1758), густера *Blicca bjoerkna* (L., 1758), серебряный

карась, либо виды, охраняющие кладки икры и поедающие тилапию, такие как обыкновенный сом *Silurus glanis* L., 1758.

Максимальные размеры тилапии, в сетных уловах были зафиксированы у самца длиной 35 см и массой 1250 г в возрасте 7+ из Десногорского вдхр. в 2010 г.

Проведение ремонтных работ зимой 2008–2009 гг. на Курской АЭС и зимой 2010–2011 гг. на Смоленской АЭС привело к гибели практически всей популяция тилапии на этих водохранилищах. Однако небольшое количество рыб сохранилось в сбросном канале Курской АЭС, и в настоящее время численность тилапии в Курчатовском вдхр. вновь возрастает. В 2018 г. она была уже обычным видом на акватории сильного подогрева, а её доля в сетных уловах составляла 5.6% [Быков, 2020а]. В то же время в Десногорском вдхр. её численность с 2011 г. так и не восстановилась [Быков и др., 2017].

Ротан-головешка *Perccottus glehni* Dybowski, 1877 широко расселился преимущественно по сильно зарастающим заморным прудам и озёрам Центральной России ещё в 1980-е гг. [Решетников, 2009]. Однако в больших водоёмах ротан является массовым видом только в Щёкинском вдхр., где в 1980-е гг. отсутствовал [Северин и др., 1994]. По результатам обловов мальковым неводом, в Щёкинском вдхр. в 2013 и 2020 гг. доля ротана в уловах колебалась от 3.5% до 9.9% по численности. В других водоёмах-охладителях из-за высокой численности речного окуня вид единично встречался только в уловах малькового невода на Десногорском вдхр. [Быков и др., 2017].

Обыкновенный горчак *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) обитает во всех водоёмах рассматриваемой группы, однако только в литоральной зоне Щёкинского вдхр. он стал доминантным видом. В конце 1980-х гг. сотрудниками Псковского отделения ГосНИОРХ уже была зафиксирована высокая численность этого вида в данном водоёме [Северин и др., 1994]. За более чем 30-летний перерыв между ихтиологическими исследованиями на водоёме-охладителе Щёкинской ГРЭС произошли определённые изменения структуры рыбного населения в связи с по-

явлением в нём серебряного карася и ротана, но доля горчака по численности осталась, как и прежде, высокой. По результатам обловов мальковым неводом за период наблюдений в Щёкинском вдхр. доля горчака по численности составила в среднем 59% [Быков, Митенков, 2017].

В других водохранилищах его встречаемость в уловах была существенно ниже: в Курчатовском и Новомичуринском – не более 3.2%; в Десногорском – 1%; в Черепетском и Шатурских озёрах – менее 0.1% [Быков и др., 2015; Быков, 2021].

Бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) в водоёмах-охладителях Смоленской и Курской АЭС является обычным, но не многочисленным чужеродным видом. В водоёме-охладителе Курской АЭС вероятно появился на стадии ранней молоди с технической водой, перекачиваемой насосной станцией из р. Сейм для поддержания НПУ данного водоёма. В Десногорском вдхр. данный вид появился сразу после зарегулирования р. Десны, где был обычным видом [Семенченко и др., 2014]. Типичным биотопом его обитания в данных водохранилищах является подверженная интенсивному воздействию ветро-волновых явлений и поэтому слабо зарастающая гидрофитами песчаная литораль до глубин 1.5 м.

Его встречаемость в уловах малькового невода на Курчатовском вдхр. составляла 0.5%; в Десногорском – не более 0.7% [Быков и др., 2017; Быков, 2020а].

Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) был пойман нами только в Новомичуринском вдхр. В среднем и нижнем течении рек Проня и Ока этот вид в настоящее время является обычным при учётных съёмках молоди рыб [Иванчев, Иванчева, 2010]. В расположенном выше по течению р. Прони – Пронском вдхр., данный вид не зафиксирован [Быков, Митенков, 2017].

Доля бычка-кругляка в уловах волокуши на водоёме-охладителе Рязанской ГРЭС составляла около 1% по численности от всего улова. Характерной особенностью обитания этого вида в данном водохранилище является мозаичное распределение в литоральной зоне циркуляционного течения, обильно зараста-

ющей валлиснерией спиральной *Vallisneria spiralis* L. Подводное обследование показало, что бычки сосредоточены на песчаных участках дна, не зарастающих гидрофитами, а облов мальковым неводом таких подводных «полян», размером не более 2 × 2 м, среди сплошных зарослей валлиснерии затруднителен. Поэтому доля кругляка в уловах низкая, хотя при визуальном наблюдении концентрация его на таких участках дна относительно высокая [Быков и др., 2015].

Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – инвазийный вид с расширяющимся в бассейне Дона [Карабанов и др., 2009; Иванчева и др., 2014] ареалом. В наших уловах в бассейне Оки он впервые был зафиксирован в водоёме-охладителе Щёкинской ГРЭС осенью 2020 г. Его доля в уловах малькового невода составляла тогда 5.4% по численности. В уловах из других водоёмов-охладителей данный вид до настоящего времени не зафиксирован. Так как амурский чебачок ранее не отмечался в уловах волокуши в притоках Щёкинского вдхр. и вообще в водоёмах и водотоках Тульской обл., то появление его в водоёме-охладителе Щёкинской ГРЭС является примером случайной интродукции при зарыблении водохранилища посадочным материалом растительноядных рыб или сазана из рыбоводных хозяйств, расположенных вероятно в Донском бассейне.

Что касается встречаемости в уловах традиционных объектов садкового рыбоводства – радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) и сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869, то необходимо отметить, что данные виды не натурализуются в водоёмах-охладителях и их численность меняется в зависимости от количества рыб, уходящих при пересадках из садков действующих рыбоводных хозяйств и интенсивности их вылова. Наибольшее количество поимок форели и сибирского осетра фиксировали в осенне-зимний период в Десногорском вдхр. [Быков и др., 2017].

Обсуждение

Для увеличения рыбопродуктивности водохранилищ с целью наиболее рациональ-

ного освоения их сырьевой базы методами «пастбищной аквакультуры» проводилась целенаправленная интродукция высокопродуктивных гидробионтов. В 1980-е гг. все водоёмы-охладители рассматриваемой группы зарыблялись толстолобиками и карпом [Никаноров и др., 1989; Мосияш, Саппо, 1989; Авинский и др., 1990]. Для борьбы с биоопеками (прежде всего зарастания макрофитами) методами биологической мелиорации в 1990-е гг. все водоёмы-охладители зарыблялись белым амуром, а водоёмы-охладители АЭС, а также Черепетской и Рязанской ГРЭС – чёрным амуром.

Разведение и товарное выращивание в садковых рыбоводных хозяйствах канально-го сомика в эти годы приводило к уходу его из садков и натурализации во всех водоёмах-охладителях. Также в результате непреднамеренной интродукции, но несколько позднее (в 1990-е гг.), в водоёмах-охладителях Курской и Смоленской АЭС появились самовоспроизводящиеся популяции мозамбикской тилляпии и периодически встречаются в уловах радужная форель и сибирский осётр.

Активное расширение ареалов мелких чужеродных видов (горчак, ротан, амурский чебачок, бычки) и серебряного карася привело к появлению данных саморасселенцев в большинстве водоёмов-охладителей Центральной России.

Появление в Десногорском вдхр. наибольшего количества чужеродных для Днепровского бассейна видов рыб объясняется сочетанием положительных результатов всех векторов интродукции, описанных выше. Несколько меньшее число интродуцентов обитает в Курчатовском вдхр., вероятно из-за ликвидации садкового рыбоводного хозяйства Курской АЭС. В водоёмах-охладителях ГРЭС зафиксировано наличие в составе ихтиофауны примерно одинаковое количество чужеродных видов рыб (табл. 3).

Таблица 3. Современный состав чужеродных видов рыб в водоёмах-охладителях АЭС и ГРЭС Центральной России

Семейства, виды рыб	Водоёмы-охладители					
	Смоленской АЭС (Десногорское вдхр.)	Курской АЭС (Курчатовское вдхр.)	Шатурской ГРЭС (Шатурские озёра)	Черепетской ГРЭС (Черепетское вдхр.)	Щёкинской ГРЭС (Щёкинское вдхр.)	Рязанской ГРЭС (Новомичуринское вдхр.)
Cyprinidae – карповые						
1. <i>Carassius auratus complex</i> – серебряный карась	2	3	3	3	3	3
2. <i>Cyprinus carpio</i> – сазан	1	2	2	2	2	2
3. <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> – пёстрый толстолобик	2	1	1	1		1
4. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> – белый толстолобик	2	2	1	2	2	2
5. <i>Ctenopharyngodon idella</i> – белый амур	2	2	1	1	1	2
6. <i>Mylopharyngodon piceus</i> – чёрный амур	1	1	1	1		2
7. <i>Rhodeus sericeus</i> – обыкновенный горчак	1	1	1	1	3	2
8. <i>Pseudorasbora parva</i> – амурский чебачок					2	
Ictaluridae – икталуровые						
9. <i>Ictalurus punctatus</i> – канальный сомик	1	1	1	2	1	1
Cichlidae – цихловые						
10. <i>Oreochromis mossambicus</i> – мозамбикская тиляпия	1	2				
Gobiidae – бычковые						
11. <i>Neogobius fluviatilis</i> – бычок-песочник	2	2				
12. <i>Neogobius melanostomus</i> – бычок-кругляк						2
Odontobutidae - головешковые						
13. <i>Perccottus glenii</i> – ротан	1				3	
Acipenseridae – осетровые						
14. <i>Acipenser baerii</i> – сибирский осётр	1					
Salmonidae – лососевые						
15. <i>Parasalmo penshinensis</i> – радужная форель	2					
Всего видов:	13	9	7	7	7	9

Примечание. 1 – редкий вид (встречаемость (N) <1%); 2 – обычный вид (встречаемость (N) 1–10%); 3 – многочисленный вид (встречаемость (N) > 10%).

Большее количество термофильных вселенцев в водоёмах-охладителях АЭС объясняется также натурализацией в них мозамбикской тиляпии, обитающей в условиях более высоких показателей температуры воды циркуляционного течения зимой по сравнению со сбросными водами ГРЭС, где они ниже пороговых для её выживания.

Сравнение динамики среднемесячных показателей температуры воды в водоёмах-охладителях ГРЭС в тёплый период года (с апреля

по ноябрь) за 1980-е гг. и за 2011–2017 гг. показало их схожесть. В зимний период разница температур воды в 7–9 °С объясняется существенным сокращением объёма тёплых сбросных вод в настоящее время, по сравнению с 1980-ми гг., когда объём выработки электроэнергии ГРЭС был максимален [Никаноров и др., 1989; Авинский и др., 1990]. Соответственно и отепляющее влияние зоны циркуляционного течения в водоёмах-охладителях, как по площади, так и по интенсивности воз-

действия на биологические процессы в водоёмах, было существенно выше в тот период.

Падение объёма производства товарной рыбы в садковых рыбоводных хозяйствах на всех охладителях ГРЭС из-за снижения температуры воды зимой в начале XXI в. привело к сокращению площадей акватории водоёмов, занятых садковыми линиями и, соответственно, снижению объёма выпадающего через садковую дель комбикорма, основного компонента питания многих интродуцентов. Внедрение в технологическую схему разведения новых объектов садкового рыбоводства в Центральной России за последние 20 лет, за исключением упомянутых в данной работе, не проводилось. Преднамеренная интродукция за этот же период в рассматриваемой группе водоёмов также не осуществлялась.

Для видов китайского равнинного фаунистического комплекса отсутствие естественного воспроизводства, сокращение объёмов зарыбления и высокий пресс браконьерского вылова привели к стремительному сокращению их численности в среднем по водоёмам на 20% в год [Быков, 2016; 2020б]. Биологически не обоснованные, но излишне зарегулированные Росрыболовством нормативы по зарыблению водоёмов-охладителей мелким рыбопосадочным материалом с 2019 г. даже в значительных количествах не приводят к положительному результату. Было установлено, что степень выедания щукой *Esox lucius* L., 1758 и речным окунем сеголеток растительной рыбы в зимний период, в 1.3–2.2 раза выше, чем молоди аборигенных видов, сходных размеров [Ермолин, 1989].

Размерно-возрастной состав стад растительной рыбы полностью зависит от периодичности и объёмов зарыбления, поскольку наибольшее количество возрастных групп наблюдается только в регулярно зарыбляемых водоёмах.

При рассмотрении таксономической структуры ихтиофауны водоёмов-охладителей АЭС и ГРЭС Центральной России необходимо отметить, что наибольшая доля чужеродных видов характерна для сем. Cyprinidae (от 33 до 58%). Виды относящиеся к Percidae, Esocidae, Siluridae, Cobitidae, Nemacheilidae

являются в этих водохранилищах только аборигенами, а представители Gobiidae, Acipenseridae, Salmonidae, Odontobutidae, Ictaluridae и Cichlidae, наоборот, только чужеродными видами (табл. 4).

Учитывая относительно невысокое общее видовое разнообразие рыбного населения водоёмов-охладителей ГРЭС (17–25 видов) осредненный показатель суммарной доли чужеродных видов рыб для этой категории водохранилищ составляет 35.8%. Причём большую часть чужеродных видов в них составляют рыбы, основным вектором инвазии которых была преднамеренная интродукция.

Водоёмы-охладители АЭС, несмотря на большее количество обитающих в них видов рыб имеют в среднем более низкую долю аборигенов – 61%, вероятно из-за большей степени доступности проникновения чужеродных видов рыб по сравнению с водоёмами-охладителями ГРЭС.

На водоёмах-охладителях АЭС до настоящего времени работают товарные рыбоводные хозяйства с широким ассортиментом культивируемых гидробионтов, отдельные экземпляры которых регулярно попадают в естественную среду обитания при пересадках, погрузках, уходах из садков при порезах и разрывах дели.

Эти водохранилища относительно регулярно зарыбляют в биомелиоративных целях. Причём посадочный материал для зарыбления в последние годы Филиалы Росэнергоатома не выращивают в местных садковых хозяйствах в связи с конкурсными процедурами по закупкам, а привозят из других регионов, обычно из Южного Федерального округа России, где натурализовавшиеся представители сем. Gobiidae или амурский чебачок [Карабанов и др., 2009] уже являются многочисленными видами в выростных прудах и подводных каналах прудовых рыбоводных хозяйств.

Реки Днепровского бассейна – Десна и Сейм, на которых построены водоёмы-охладители Смоленской и Курской АЭС, имеют более разнообразный состав чужеродной ихтиофауны [Семенченко и др., 2014] чем притоки р. Оки – Черепеть, Упа, Проня, в зоне подпора которых функционируют водоёмы-охладители ГРЭС [Быков, Митенков, 2017].

Таблица 4. Соотношение представителей аборигенных и чужеродных видов в составе ихтиофауны водоёмов-охладителей АЭС и ГРЭС Центральной России

Соотношение аборигенных и чужеродных видов рыб	Водоёмы-охладители											
	Смоленской АЭС (Десногорское вдхр.)		Курской АЭС (Курчатовское вдхр.)		Шатурской ГРЭС (Шатурские озера)		Черепетской ГРЭС (Черепетское вдхр.)		Щёкинской ГРЭС (Щёкинское вдхр.)		Рязанской ГРЭС (Новомичуриновское вдхр.)	
	Количество видов											
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Cyprinidae – карповые												
Аборигенных	12	66.7	13	65	9	52.9	5	41.7	8	57.1	11	61.1
Чужеродных	6	33.3	7	35	8	47.1	7	58.3	6	42.9	7	38.9
Percidae – окуневые												
Аборигенных	3	100	3	100	3	100	2	100	2	100	3	100
Чужеродных	0		0		0		0		0		0	
Esocidae – щуковые												
Аборигенных	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
Чужеродных	0		0		0		0		0		0	
Siluridae – сомовые												
Аборигенных	0		1	100	0		0		0		0	
Чужеродных	0		0		0		0		0		0	
Cobitidae – вьюновые												
Аборигенных	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
Чужеродных	0				0		0		0		0	
Nemacheilidae – немахайловые												
Аборигенных	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
Чужеродных	0		0		0		0		0		0	
Ictaluridae – икталуровые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
Cichlidae – цихловые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	1	100	0		0		0		0	
Gobiidae – бычковые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	1	100	0		0		0		1	100
Odontobutidae – головешковые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	0		0		0		1	100	0	
Acipenseridae – осетровые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	0		0		0		0		0	
Salmonidae – лососёвые												
Аборигенных	0		0		0		0		0		0	
Чужеродных	1	100	0		0		0		0		0	
Всего видов:	31	100	29	100	23	100	17	100	20	100	25	100
в том числе:												
аборигенных	18	53	20	69	15	65.2	10	58.8	13	65	17	68
чужеродных	13	47	9	31	8	34.8	7	41.2	7	35	8	32

Наблюдая динамику встречаемости саморасселенцев в водоёмах-охладителях АЭС, возможно спрогнозировать появление новых видов, прежде всего, относящихся преимущественно к семейству Gobiidae, с учётом расположения этих водоёмов на притоках Днепровского инвазионного коридора, где представители данного семейства [Слынько и др., 2010; Семенченко и др., 2014] составляют наибольшую долю в составе чужеродных представителей ихтиофауны бассейна р. Днепр.

Сходная ситуация прогнозируется с появлением бычка-кругляка в водоёмах-охладителях ГРЭС, расположенных в бассейне р. Оки, где данный вид активно расширяет ареал как в самой Оке, так и в её притоках.

Зарыбление водохранилищ спецводопользования посадочным материалом растительноядных рыб из прудовых рыбоводных хозяйств юга России приведёт на разном временном промежутке к появлению в них амурского чебачка.

Заключение

В водоёмах-охладителях АЭС обитает большее количество чужеродных видов рыб, чем в водоёмах-охладителях ГРЭС, по причине более стабильного термического режима, благоприятного для обитания натурализовавшихся стенотермных представителей тропической ихтиофауны.

Доля представителей китайского пресноводного фаунистического комплекса, объектов пастбищной аквакультуры и биомелиорации в структуре ихтиофауны водоёмов-охладителей зависит, прежде всего, от объёмов зарыбления и интенсивности эксплуатации их запасов.

Наиболее многочисленным инвазийным видом во всех водоёмах данной группы является серебряный карась. Количество чужеродных видов рыб в водоёмах-охладителях будет увеличиваться преимущественно за счёт мелких по размерам саморасселенцев, вероятнее всего представителей семейств Gobiidae и Cyprinidae.

Финансирование работы

Обследование водоёмов проведено в рамках выполнения ежегодного государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» по ресурсной тематике в целях разработки прогноза рекомендуемого вылова водных биоресурсов во внутренних водоёмах России.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

Литература

- Абраменко М.И. Адаптивные механизмы распространения и динамики численности *Carassius auratus gibelio* в Понто-Каспийском регионе (на примере Азовского бассейна) // Российский журнал биологических инвазий. 2011. Т. 4. № 2. С. 3–27.
- Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водоохранилища гидроэлектростанций СССР. М.: Энергия, 1977. 400 с.
- Авинский В.А., Печников А.С., Филиппов А.А. О рациональном рыбохозяйственном использовании водоёмов-охладителей (на примере Черепетского водохранилища) // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1990. Вып. 309. С. 112–118.
- Акселева Ю.Ю. Динамика численности и видовой состав рыб рыбопропускного устройства Фёдоровского гидроузла (р. Кубань) за период с 2011 по 2015 годы // В сб.: Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Мат. 6-й междунар. научно-практич. конф., посвящ. 105-летию со дня рожд. д-ра биол. наук, проф. В.Е. Тимофеева и 95-летию со дня рожд. канд. биол. наук, доцента А.И. Борисовой / Отв. ред. С.И. Павлов. Самара: СГСПУ, 2017. С. 118–122.
- Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 1. 382 с.
- Безнос В.Н., Кучкина М.А., Суздалева А.Л. Исследование процесса термического эвтрофирования в водоёмах-охладителях АЭС. // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 5. С. 610–615.
- Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л.: Наука, 1969. 322 с.
- Быков А.Д. Рыбохозяйственное значение и оценка влияния белого амура на экосистему водоёмов-охладителей Центральной России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 25–36.

- Быков А.Д. Современное состояние ихтиофауны курских водохранилищ // Вопросы рыболовства. 2020а. Т. 21. № 2. С. 169–180.
- Быков А.Д. Промыслово-биологическая характеристика толстолобика Десногорского водохранилища // Рыбное хозяйство. 2020б. № 4. С. 79–84.
- Быков А.Д. Результаты рыбохозяйственных исследований Шатурской группы озёр // Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 52–60.
- Быков А.Д., Митенков Ю.А. Современное состояние ихтиофауны водохранилищ Тульской области // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 4. С. 446–461.
- Быков А.Д., Митенков Ю.А., Меньшиков С.И. Современное состояние и состав рыбного населения Десногорского водохранилища // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. № 9. С. 28–43.
- Быков А.Д., Митенков Ю.А., Меньшиков С.И., Соловьёв И.Н. Особенности формирования и состав рыбного населения водоёма-охладителя Рязанской ГРЭС // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2015. № 8 С. 11–21.
- Быков А.Д., Староверов Н.Н. Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в структуре ихтиоценозов водохранилищ Тульской области // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 66–69.
- Ермолин В.П. К расчёту длины и навески посадочного материала при выпуске в водоёмы с естественной ихтиофауной // Растительноядные рыбы в водоёмах разного типа. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1989. Вып. 301. С. 130–144.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань: НП «Голос губернии», 2010. 292 с.
- Иванчева Е.Ю., Иванчев В.П., Сарычев В.С. Распространение амурского чебачка *Pseudorasbora parva* в бассейне Верхнего Дона // Российский журнал биологических инвазий. 2014. Т. 7. № 2. С. 40–46.
- Карабанов Д.П., Кодухова Ю.В., Слынько Ю.В. Новые находки амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) в Европейской части России // Российский журнал биологических инвазий. 2009. Т. 2. № 1. С. 2–6.
- Коткин К.С. Реабилитация экосистемы водоёма-охладителя Курской АЭС после массовой гибели тилляпии // Вода: химия и экология. 2013. № 3 (57). С. 118–122.
- Кудерский Л.А. Самоакклиматизация американского канального сомика в Черепетском водохранилище // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1982. Вып. 187. С. 219–232.
- Лапин С.А., Гангнус И.А., Зозуля Н.М. Специфика сезонной изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик Десногорского водохранилища // Вопросы рыболовства. 2014. Т. 15. № 3. С. 277–284.
- Лапина Н.М., Грузевич А.К., Гангнус И.А., Тригуб А.Г. Экспедиционные исследования среды обитания гидробионтов в пресноводных водоёмах Центральной части России в 2015 г. // Труды ВНИРО. 2016. Т. 159. С. 207–210.
- Материалы, обосновывающие объёмы возможного вылова водных биоресурсов во внутренних водах Российской Федерации за исключением внутренних морских вод Российской Федерации на 2018 год / Фонды ФГБНУ «ВНИРО». М.: ВНИРО, 2017. Т. 4 (в 2 книгах): Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн. Книга 1: Северный рыбохозяйственный район Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. 330 с.
- Мишвелов Е.Г., Олейников А.А. Канальный сомик верхнего и среднего течения р. Большой Егорлык // Российский журнал биологических инвазий. 2008. Т. 1. № 1. С. 32–35.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоёмов (обзор) // Экология организмов водохранилищ-охладителей. Л.: Наука, 1975. С. 7–69.
- Мосияш С.С., Саппо Г.Б. Биологические показатели и численность промысловых видов рыб водоёма-охладителя Курской АЭС // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1989. Вып. 227. С. 80–88.
- Никитенко А.И., Горячев Д.В., Клец Н.Н., Зингис И.В., Назаров А.С., Кароваев А.Н. Результаты ихтиологических исследований на Черепетском водохранилище в 2021 году // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. Т. 16. № 12 (203). С. 807–816.
- Никаноров Ю.И., Чумаков В.К., Ермолин В.П., Таиров Р.Г. Ихтиофауна, состояние рыбных запасов и перспективы рыбохозяйственного использования водоёмов-охладителей // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1989. Вып. 227. С. 3–35.
- Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 265 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И., Кафтанникова О.Г., Ленчина Л.Г., Калининченко Р.А., Виноградская Т.А., Новиков Б.И., Афанасьев С.А., Сеницына О.О. Гидробиология водоёмов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев, Украина: Наукова думка, 1991. 192 с.
- Решетников А.Н. Современный ареал ротана *Percottus glehni* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Российский журнал биологических инвазий. 2009. Т. 2. № 1. С. 22–35.
- Северин С.О., Сазонова Е.А., Александров Ю.В. Пространственно-временная структура распределения, роста и численности молоди рыб в водохранилищах энергетических объектов Тульской области // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1994. Вып. 328. С. 11–49.
- Семенченко В.П., Сон М.О., Новицкий Р.А., Квач Ю.В., Панов В.Е. Чужеродные макробеспозвоночные и рыбы в бассейне реки Днепр // Российский журнал биологических инвазий. 2014. Т. 7. № 4. С. 76–96.
- Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю., Новицкий Р.А., Христов О.А. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы // Российский журнал биологических инвазий. 2010. Т. 3. № 4. С. 74–89.
- Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Горюнова С.В. Биологические инвазии в природно-технических системах //

ALIEN FISH SPECIES IN COOLING RESERVOIRS OF NUCLEAR POWER PLANTS AND STATE DISTRICT POWER STATIONS OF CENTRAL RUSSIA

©2023 Bykov A.D.

All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 105187, Russia
e-mail: 89262725311@mail.ru

The article presents an overview of alien fish species living in cooling reservoirs of nuclear power plants and state district power stations in Central Russia. A brief description of recipient reservoirs is given as a habitat for thermophilic fish species that are not characteristic of the native ichthyofauna of the region. The essays on the history of the appearance of these species, the peculiarities of biology, occurrence in catches, and fishery significance in six small reservoirs of special water management located within the borders of the Moscow, Smolensk, Ryazan and Kursk regions of Russia are given. The main vectors of invasions of hydrobionts in cooling reservoirs for each alien species recorded as a result of ichthyological monitoring in this group of reservoirs are shown. The forecast of the dynamics of the number of alien fish species is given depending on changes in the thermal regime of reservoirs, the volume of stocking and the intensity of fishing in the cooling reservoirs of nuclear power plants and power plants of Central Russia.

Keywords: cooling pond, alien fish species, introduction, self-spreading, naturalization.