

Рыбозащита или защита рыб?

Иванов А. В.¹, доктор техн. наук, АО “Институт Гидропроект”

Разработана наиболее доступная природоподобная технология сохранения водных биоресурсов путём эколандшафтной коррекции естественной среды их обитания, позволяющая в ключевых точках водохранилища, расположенных на основных трассах биостока и безопасном от водозабора удалении, создавать сеть рукотворных высокопродуктивных биотопов, с помощью которых управлять поведением жилых рыб, предупреждать их подход к водозабору и, тем самым, обеспечить не только рыбозащиту водозабора, но и защиту рыб от попадания в водозабор.

Ключевые слова: природоподобная технология сохранения водных биологических ресурсов с использованием естественной среды их обитания, эколандшафтная коррекция ключевых локальных участков водного объекта, рыбохозяйственно-полезный конкурент ГЭС, рыбохозяйственная мелиорация, создание искусственных рифов и донных ландшафтов, рыбозащита водозабора, защита рыб от попадания в водозабор.

Fish protection or protection of fish?

Ivanov A. V.¹, Doctor of Technical Sciences, Sciences, JSC “Institute Hydroproject”

The most accessible nature-like technology for the conservation of aquatic bioresources by ecological landscape correction of their natural habitat has been developed, which allows to create a network of man-made highly productive biotopes at key points of the reservoir, located on the main biostock routes and safe from water intake, with the help of which to control the behavior of residential fish, to prevent their approach to water intake and, thereby, to ensure not only fish protection of the intake, but also protection of fish from entering the intake.

Keywords: nature-like technology for the conservation of aquatic biological resources using their natural habitat, eco-landscape correction of key local areas of a water body, fishery-useful competitor of hydroelectric power plants, fishery melioration, creation of artificial reefs and bottom landscapes, fish protection of water intake, protection of fish from entering the water intake.

*“Если установить согласие относительно значения слов,
то почти все споры будут прекращены”
Рене Декарт*

Согласно российскому законодательству водопользователи, осуществляющие водозабор из водных объектов рыбохозяйственного значения, обязаны принимать меры по сохранению рыб и иных водных биоресурсов (ВБР) [1, 2]. В частности, в качестве приоритетного направления сохранения ВБР предусматривается оборудование водозаборов эффективными рыбозащитными сооружениями (РЗС) [2], предназначенными для предотвращения попадания в них рыб, которых в жизнеспособном состоянии необходимо отводить в безопасное место рыбохозяйственного водного объекта [3, 4]. В настоящее время предотвращение попадания рыб в водозаборы осуществляется, главным образом, с использованием рыбозаградителей, допускающих контакт молоди с защитным экраном, её травмирующим [4]. В результате нормативное требование сохранения жизнеспособности рыб [4] не выполняется. Причём водопользователь, допустивший потерю рыбой жизнеспособности или в водозаборе,

или в рыбозаградителе, должен её компенсировать искусственным воспроизводством ВБР или проведением рыбохозяйственной мелиорации [2, 5, 6].

Как показывает практика, более распространено искусственное воспроизводство [7]. При его проведении основное внимание уделяется зарыблению проблемного водного объекта наиболее “ценными” в промысловом отношении видами рыб. Однако эти “ценные” виды далеко не всегда являются аборигенами водоёма, которому причинён вред. Это означает, что при осуществлении компенсационно-восстановительных мероприятий водопользователя понуждают возмещать вред, который он не наносил. В то же время аборигены водоёма, которые подверглись негативному воздействию, и по которым исчислен вред, остаются без внимания, а сам вред, который был действительно причинён, остается не возмещённым. Такое угнетение аборигенных представителей водной экосистемы может привести к её существенному трофическому дисбалансу и иметь самые серьёзные негативные последствия [8].

¹ a.ivanov@hydroproject.ru

Так, например, в результате ихтиологических исследований установлено, что основной вред ВБР причинён в результате гибели не рыб, а аборигенного зоопланктона при его эмиграции из водохранилища ГЭС. Пострадала кормовая база водохранилища, которое зоопланктон в живом или мёртвом состоянии уже покинул безвозвратно и для рыб верхнего бьефа навсегда потерян. Однако считается, что ихтиофауне водохранилища вред причинён, она в опасности. Поэтому если не принять меры по восстановлению прежнего состояния ВБР, т.е. кормовой базы, то рыбы будут обречены на гибель от голода. Проблему решают путём выпуска в водохранилище молоди “ценных” видов рыб [7], которая, видимо, должна доест остатки зоопланктона?! Последующий после этого голод приведёт к массовому выносу из водохранилища ослабленных нежизнеспособных рыб, как аборигенных, так и вновь в него запущенных. В результате размер вреда, который водопользователь “причиняет” ВБР, и который он обязан возмещать, существенно возрастает.

В связи с этим возникает резонный вопрос: “Является ли целесообразным выпуск дополнительной рыбной молоди “ценных” видов в водоём с проблемной кормовой базой, в результате обострившейся конкуренции за которую молодь, оголодав и обессилев, беспомощно скатится и безальтернативно попадет в ГЭС, необорудованную средствами её защиты?”

При этом необходимо отметить, что вселение новых видов, несвойственных данному водоёму, также может привести к существенному дисбалансу и снижению биоразнообразия водной экосистемы. Поэтому, проанализировав данную перспективу, группа специалистов по инвазивным видам Международного союза охраны природы (IUCN), составила список “100 самых опасных инвазивных видов”, в который были включены организмы, оказавшие наибольшее негативное влияние на аборигенные виды и среду их обитания. Среди включённых в этот список такие “ценные” объекты искусственного рыбозаведения, как кумжа и сазан [9]. Что касается последнего, то он, например, не только оказывает негативное влияние на аборигенные виды и их кормовую базу, но и сам не может нормально развиваться и размножаться в водоёмах, расположенных севернее 53° с.ш. Поэтому, за исключением тепловодных водоёмов-охладителей электростанций, проведение работ по искусственному воспроизводству сазана на большей части территории России “бесмысленно” [10].

Стремление создавать условия для гибели именно ценных видов рыб объясняется, видимо, следующим. Стоимость аборигенных рыб не всегда является высокой. В то же время, чем больше цен-

ных рыб погибнет в водозаборе, тем, очевидно, бо́льшим будет размер вреда, а, следовательно, и возложенных на водопользователя штрафных санкций. Поэтому позволять рыбам и другим ВБР гибнуть в водозаборах, в том числе крупных ГЭС, с тем, чтобы потом причинённый вред восстанавливать искусственно выращиваемой на заводах молодью ценных видов рыб, которая также погибнет в тех же водозаборах, принято считать допустимым [2, 5 – 7].

Однако “каждый обязан бережно относиться к природным богатствам” [11]. Поэтому, прежде всего, необходимо беречь уже существующее, а уже потом, по необходимости, восстанавливать утраченное. Вот почему проведение мероприятий, направленных на обеспечение безопасности естественного воспроизводства ВБР, т.е. защита рыб, всё же является приоритетным по отношению к их искусственному воспроизводству, которое следует проводить только “в случае невозможности предотвращения негативного воздействия” с помощью той же самой защиты рыб [2].

Вот здесь и начинается самое интересное. С одной стороны, нужно оборудовать водозабор эффективным РЗС [2]. С другой стороны, чтобы обосновать необходимость проведения компенсационно-восстановительных мероприятий по искусственному зарыблению проблемных водоёмов необходимо показать, что, на самом деле, это РЗС эффективным не является. Именно поэтому современная версия “рыбозащитного” свода правил 101.13330.2023 [4] изобилует контактными, травмирующими молодь неэффективными рыбозаградителями, которые морально устарели ещё в прошлом столетии. Так, существующая в настоящее время практика использования различных электрических, сетчатых и других рыбозаградителей подразумевает электромагнитное загрязнение водоёма, гиперсатурацию пневмозавесами или травмирование гидробионтов при контакте с сетчатым экраном, а также прочее отрицательное воздействие на природную среду и её водное население.

Кроме того, большинство рыбозаградителей предназначено для использования на сравнительно не крупных водозаборах. В то же время оборудование особо крупных ГЭС традиционными заградителями далеко не всегда является технически выполнимым и экономически приемлемым. При этом любая крупная ГЭС по производительности сравнима со всеми мелкими водозаборами страны вместе взятыми. В связи с этим допущение гибели ВБР хотя бы на одной из ГЭС способно полностью обесценить эффект от рыбозащиты на всех мелких водозаборах. А таких станций в России множество.

Поэтому именно “невозможность” решения традиционными способами проблемы сохранения

ВБР на особо крупных ГЭС позволяет сделать вывод о необходимости проведения компенсационно-восстановительных мероприятий путем искусственного зарыбления проблемных водохранилищ [2, 5, 6].

Тем не менее, прежде всего нужно “бережно относиться к природным богатствам” [11] и при отсутствии прежних искать новые пути решения проблемы защиты рыб на ГЭС. Для этого “нужны качественно иные подходы. Речь должна идти о внедрении принципиально новых природоподобных технологий, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в гармонии и позволят восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой” [12]. Вероятно, при поиске новых путей необходимо совершить качественный скачок и перейти от техногенных принципов преграждения пути рыбам в водозабор к иным доступным, экологически обоснованным, технически осуществимым и экономически приемлемым принципам заблаговременного предупреждения подхода гидробионтов к источнику техногенной опасности путём управления поведением их жилых форм, обеспечением оптимальных естественных условий для оседлого обитания и трофической трансформации в водохранилище на безопасном от ГЭС удалении.

При этом следует учитывать, что Росрыболовство, используя ВБР водохранилищ, заинтересовано, главным образом, в повышении их рыбопродуктивности за счёт крупных особей, поскольку именно их массовые представители составляют основу промысла. Причём, особое внимание уделяется ихтиофагам, которые являются не только вершиной трофической пирамиды водохранилища, но и регуляторами и санаторами его ихтиоценоза. Так, поедая сорных, больных и ослабленных, т.е. нежизнеспособных особей, они в короткий срок не только переводят, т.е. трансформируют их малоценную биомассу в более ценную собственную, но и устраняют также пищевых конкурентов более ценных промысловых мирных рыб.

Кроме того, быстро реагируя на изменение численности “сорной” рыбы, хищники являются мощным стабилизирующим фактором, лимитирующим запасы мелких, питающихся зоопланктоном короткоцикловых рыб, которые имеют большие воспроизводительные способности [13]. Регулирование ихтиофагами численности “сорных” планктофагов выводит из-под их излишнего пресса зоопланктеров-фильтраторов, питающихся фитопланктоном, в том числе сине-зелёными водорослями — основной причиной “цветения воды”. В результате качество воды и экологическая обстановка в водохранилище улучшаются. При этом выбраковывая боль-

ных особей, хищники препятствуют также распространению болезней ихтиофауны.

Таким образом, хищники выполняют важнейшую санитарно-мелиоративную функцию по регулированию и оздоровлению ихтиоценоза водохранилища и всей его водной экосистемы.

При этом экономическая рентабельность культивирования именно хищных рыб в условиях водохранилищ имеет достаточные биологические основания. Так, хозяйственно рентабельный кормовой коэффициент, т.е. отношение массы потребляемого корма к приросту массы потребителя, у ихтиофагов составляет 5 – 9, в то время как у мирных рыб он значительно выше: у зоопланктофагов — 10, а у моллюскоедов — 30 [14].

Хищные аборигены водохранилищ, окунь и щука, не только являются жилыми видами, ведущими преимущественно оседлый образ жизни, но и обладают разными взаимодополняющими тактиками нагульного поведения, позволяющими максимально полно и эффективно утилизировать кормовой ресурс. Поэтому в качестве и мелиораторов экосистемы водного объекта, и трансформаторов избыточной “сорной” биомассы предпочтение следует отдать популяциями местных жилых видов рыб, уже адаптированных к условиям существования [13].

Необходимо учитывать также, что в свете современных представлений теории многовидового управления ВБР вылов, поедание нагуливающимися хищниками и гибель рыб на водозаборах рассматриваются как звенья одной цепи мероприятий по изъятию ВБР из естественной среды их обитания с целью получения или создания хозяйственно полезного продукта [15]. В этой связи, реальное, не идеализированное представление о целях и существе мер по сохранению ВБР основывается на признании общеизвестного базисного положения — основной объём ВБР в водных экосистемах утилизируется в качестве кормового ресурса ихтиофагов, т.е. одного из звеньев вышеупомянутой цепи мероприятий. В этом смысле, водозаборные сооружения, в том числе и ГЭС, также рассматриваются в качестве “крупного хищника”, потребляющего воду, “сдобренную” биоресурсами водохранилища, и, используя её, вырабатывают хозяйственно полезный продукт, например, электроэнергию.

При этом удаётся устранить серьёзное противоречие, связанное с несовпадением зон продуцирования и обитания планктона в лентических условиях водохранилища и его потребления ценными видами реофильных рыб, вытесненных при создании “рукотворного моря” в логические условия нижнего бьефа, характеризующиеся отсутствием благоприятных условий для развития планктона. В этой связи слабопроточное водохранилище использует-

ся в качестве инкубатора кормового зоопланктона. Однако на большинстве водохранилищ он используется не более, чем на 60 % [6]. Поэтому избыток зоопланктона (минимум 20 %), невостребованный обитателями верхнего бьефа, может безопасно для них эмигрировать из водохранилища в нижний бьеф. После прохождения через гидроагрегаты зоопланктон, хотя и частично в деформированном виде, возвращается в экосистему нижнего бьефа, где не исчезает бесследно и бесполезно, но может быть утилизирован в её пищевых цепях. Это позволяет сформировать в нижнем бьефе обильную кормовую базу для нагула ценных видов обитающих здесь реофильных планкто- и детритофагов.

Таким образом, вынос кормового ресурса (зоо- и ихтиопланктона) из водохранилища не только обоснованно рационален и допустим, но и необходим.

Что касается эмиграции из водохранилища жилых видов ихтиофауны, то выносу подлежат прежде всего больные и ослабленные, т.е. нежизнеспособные особи, которые уступили в конкурентной борьбе за право оседлого обитания на кормных участках водохранилища более сильным и жизнеспособным собратьям. Вытесненные ими с участков комфортного обитания в малокормные воды открытой пелагиали неконкурентные особи, погибая от голода, формируют скопления ихтиопланктона и пассивно дрейфуют вниз по течению к ГЭС [16]. Причём его численность на два-четыре порядка превышает численность жизнеспособных особей, оставшихся оседло обитать в кормных участках, безопасно удаленных от ГЭС (рис. 1) [5].

Попадая в ГЭС, нежизнеспособный ихтиопланктон составляет основу “вреда”, который она “причиняет” ВБР, и который водопользователь обязан компенсировать [2, 5, 6]. Поэтому для предупреждения штрафных санкций водопользователь должен либо обосновать рыбохозяйственную полезность и необходимость подачи корма из водохранилища в пищевые цепи нижнего бьефа, либо быть заинтересованным в принятии действенных мер по недопущению попадания в гидроагрегаты нежизнеспособного ихтиопланктона и зоопланктона, например, путём их своевременной утилизации в верхнем бьефе.

Для достижения естественным путём возможности получения одновременно и рыбной продукции, и электричества, и регулирования и оздоровления ихтиоценоза, и сохранения жизнеспособных жилых рыб, и чтобы избежать наложения ежегодных штрафных санкций, наиболее рациональным представляется создание в водохранилище крупного “рыбохозяйственно-полезного конкурента ГЭС”. Его деятельность направлена на предупреждение выноса из водохранилища жизнеспособных жилых

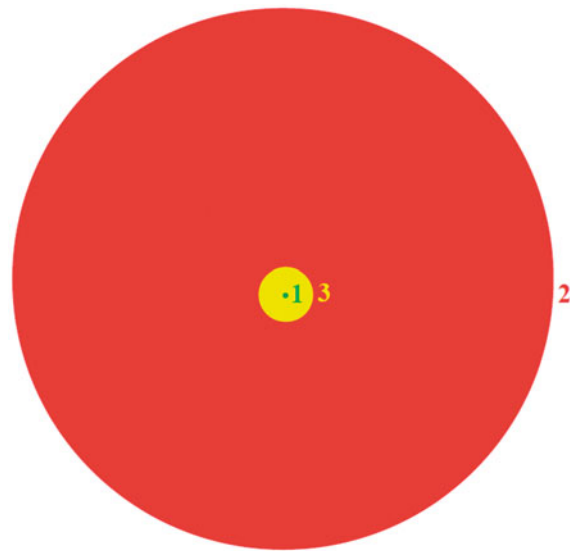


Рис. 1. Количественное соотношение рыб, которые должны погибнуть по естественным причинам, чтобы одна жизнеспособная личинка достигла промыслового возраста/размера (“Сведения о промысловом возврате от икры, личинок, молоди водных биоресурсов (по Волжско-Каспийскому рыбохозяйственному бассейну, %) [5]:

1 – 0,01 % — жизнеспособная личинка, которая доживет до промыслового размера;

2 – 99,00 % — личинки, которые не доживут до навески 1 г — ихтиопланктон;

3 – 0,99 % — молодь весом 1 г, которая не доживет до промыслового размера

рыб и максимально полную утилизацию их нежизнеспособных особей и зоопланктона. Причём избыточную биомассу кормовых организмов, которую обитатели водохранилища не смогли или не захотели освоить, необходимо обоснованно пропускать в нижний бьеф для пополнения кормовой базы его ценных реофилов. При этом под “рыбохозяйственно-полезным” подразумевается объект промысла, как конечный продукт трансформации в трофических цепях, главным образом, нежизнеспособных рыб и других кормовых организмов, дрейфовавших к ГЭС [16].

Очевидно, что для наиболее полного освоения и регулирования всего разнообразия биостока “рыбохозяйственно-полезный конкурент ГЭС” должен состоять как из ихтиофагов, так и из ценных жизнеспособных планктофагов и детритофагов. Очевидно также, что для выполнения своей миссии каждая из его групп должна быть целенаправленно организована, например, с помощью специально созданных локальных экосистем. Целесообразность их использования обоснована при разработке принципа управления локальными рыбными стадами в качестве базового подхода к управлению рыбопродуктивностью водохранилищ. Так результаты многолетних исследований и мониторинга экосистем водохранилищ позволили сделать однозначные выводы о том, что управлять необходимо не сразу

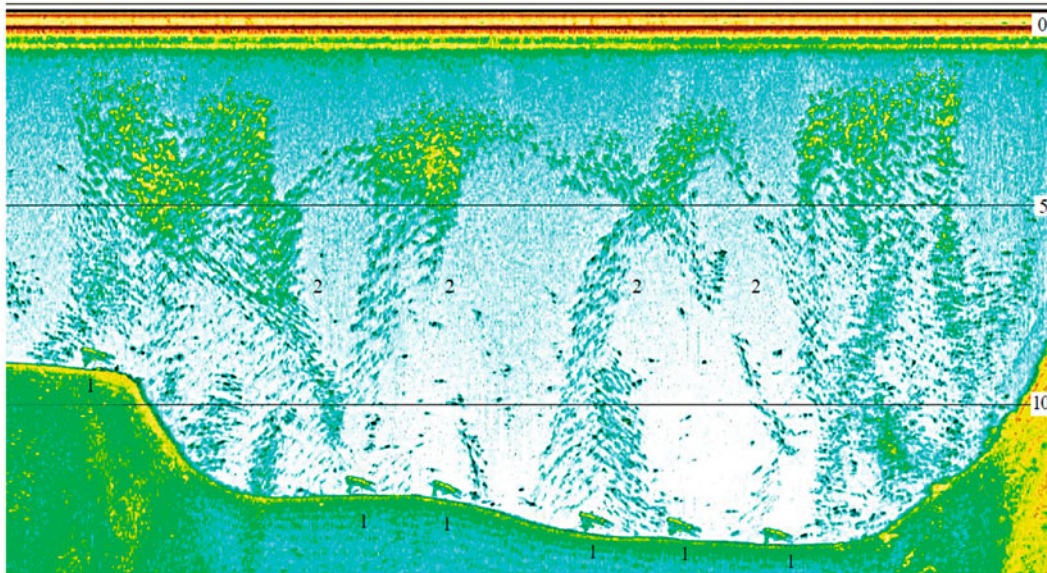


Рис. 2. Вертикальные охотничьи построения ихтиофагов над упорядоченно-протяжённой поперечной рифовой грядой — биобарьер:

- 1 — рифовые модули упорядоченно-протяжённой поперечной рифовой гряды (рукотворной неоднородности подводного ландшафта);
 2 — вертикальные охотничьи построения ихтиофагов — биобарьер

всем сообществом рыб водоёма в целом, а их локальными стадами, обитающими на конкретных триадах многозональных биотопов (нерестовых, нагульных, зимовальных) [17, 18].

Поэтому при создании естественного “рыбохозяйственно-полезного конкурента ГЭС” наиболее целесообразно использовать особенности оседлого обитания и поведения:

жилых мирных рыб, утилизирующих планктон и предпочитающих оседло держаться “безопасных мест” на относительно мелководных участках открытой воды, непосредственно граничащих с элементами мелко расчленённой неоднородности подводного ландшафта, имитирующими, например, кусты водной растительности, которые используются рыбами в качестве значимых ориентиров и надежных убежищ, а также субстратов для обитания и размножения кормовых организмов;

ценных промысловых ихтиофагов, которые способны на подступах к ГЭС существенно влиять на характер целенаправленных перемещений жилых видов мирных рыб, останавливая их или перенаправляя в безопасное место, и одновременно утилизировать нежизнеспособный кормовой ресурс, дрейфующий по водохранилищу к ГЭС.

Однако, планируя использование ихтиофагов, необходимо учитывать, что при создании водохранилищ они теряют привычные, обустроенные природой охотничьи угодья. Поэтому рассредоточение кормового ресурса по обширной и глубоководной акватории ведёт к существенному трофическому угнетению ихтиофагов и минимизации их роли в водохранилище. В то же время, менее ценные мир-

ные и сорные рыбы, выйдя из-под пресса хищников, начинают быстро размножаться. Это приводит к их существенному преобладанию в ихтиоценозе. Такая диспропорция, характеризует его крайнюю несбалансированность, и, как следствие, снижение биоразнообразия и промысловой ценности ихтиофауны водохранилища. Поэтому одним из путей сбалансирования ихтиоценоза и восстановления в нём регулирующей роли ихтиофагов могут стать организация и закрепление их оседлых стайных сообществ на ключевых проточных участках водохранилища, характеризующихся наиболее высоким транзитным биостоком. Создание необходимых условий для восстановления охотничьих стоянок и засад позволяет организовать стайных ихтиофагов в оседлые многочисленные группировки, которые образуют на путях дрейфа кормового ресурса природный источник опасности — биобарьер (рис. 2). Именно он и является тем “рыбохозяйственно-полезным конкурентом ГЭС”, который способен управлять целенаправленными перемещениями жизнеспособных жилых рыб к гидроузлу, вплоть до их полной остановки, и предотвращать тем самым их бессмысленную гибель в гидроагрегатах [16, 19].

Поэтому именно на создании в водохранилище необходимых условий для организации сети безопасных мест-оазисов оседлого обитания жилых рыб и биобарьеров должна базироваться разработка экологически обоснованной, технически выполнимой и экономически приемлемой наиболее доступной природоподобной технологии предупрежда-

дения подхода жизнеспособных рыб к водозаборам, в т.ч. ГЭС.

Однако, как же в водохранилище собрать и ранжированно разделить его многочисленных обитателей на антагонистические группы с тем, чтобы организовать для выполнения поставленной перед ними природоохранной задачи?

Гидротехника не только создает новые водохранилища, но и формирует в них новую среду обитания рыб и других ВБР. Обустройство этой среды средствами той же гидротехники, способными управлять поведением гидробионтов, открывает заманчивые перспективы решения поставленной задачи по образцу живой природы “принципиально новым” [12], но чрезвычайно доступным [8] и эффективным способом, а именно, с помощью создания новых специализированных объектов природоподобной техносферы [20], формирующих в водохранилищах комфортную естественную среду обитания водного населения. Естественную, но специальным образом обустроенную доступными в изготовлении, не нуждающимися в эксплуатации и энергообеспечении протяженно-упорядоченными структурами типовых гидротехнических конструкций, которые водное население может использовать в качестве ориентиров, субстратов, убежищ и охотничьих засад [1, 16]. Наиболее целесообразно эти конструкции выполнять из экологически чистого материала — гидротехнического бетона, используемого для строительства рыбоводных, рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, а также водозаборов питьевого водоснабжения. Их бетонные поверхности используются в качестве твердого субстрата, пригодного для осаждения, обитания, размножения и трофической трансформации кормовых организмов. Это способствует повышению биопродуктивности обустраиваемого локального участка водохранилища. Кроме того, бетонные модули могут быть использованы также в качестве опор и якорей для размещения на них разнообразных мелко расчленённых элементов неоднородности подводного ландшафта, имитирующих, например, водную растительность.

Развитые в водную толщу, гидротехнические конструкции создают разнообразие визуальных, тактильных, реоградиентных, трофических ориентиров, субстратов, укрытий и теней, в которых формируются очаги повышенной концентрации доступного возобновляемого корма с благоприятными условиями для его потребления. Рыбы используют предоставленную им совокупность комфортных условий для оседлого безопасного обитания и эффективного нагула [16]. В результате на обустроенных проточных локальных участках водохранилища формируются высокопродуктивные биотопы, т.е. создаются компенсационные объекты, восста-

навливающие потери кормового ресурса, выносимого из водохранилища через ГЭС [2, 5, 6]. Причём, чем на более характерных и привлекательных проточных участках акватории формируются эти очаги и чем ближе они располагаются к трассам регулярных миграций рыб и дрейфа кормовых организмов, тем более реально создание на них высокопродуктивных компенсационных объектов — безопасных мест продолжительного обитания, а с их помощью — управление интенсивностью перемещений и характером оседлых распределений жилых видов рыб по всему водоёму.

Иными словами, также как с помощью иглоукалывания, воздействуя на определенные точки тела, можно влиять на весь организм, также обустраивая ключевые участки водохранилища, делая их более привлекательными для жилого водного населения и восстанавливая тем самым равномерное покрытие акватории местами комфортного оседлого обитания, можно управлять его поведением, снижать интенсивность перемещений вниз по течению к техногенному источнику опасности вплоть до их, практически, полного прекращения, обеспечивать безопасность ВБР, а также повышение биопродуктивности и биоразнообразия, как самих локальных участков, так и всего водохранилища в целом [16]. Очевидно, что именно эти обустроенные гидротехническими конструкциями высококормные мезозональные локальные участки наиболее целесообразно использовать в качестве безопасных мест оседлого обитания мирных рыб для предупреждения их целенаправленных перемещений вниз по течению к ГЭС [8, 21].

Какие же гидротехнические конструкции могут быть использованы для рыбохозяйственного обустройства локальных участков водохранилища?

Очевидно, что при поиске таких конструкций необходимо учитывать уже имеющийся опыт, в т.ч. законодательный. Так повсеместно для улучшения состояния природной среды применяется мелиорация, в т.ч. рыбохозяйственная. Одним из видов её реализации является “создание искусственных рифов и донных ландшафтов”, которое может быть направлено не только “на улучшение экологического состояния водного объекта” [1], но и на создание на обустроенном участке-аттракторе благоприятных условий для заинтересованного оседлого обитания ВБР, существенно снижающих вероятность выхода из него жизнеспособных жилых особей в опасную водозаборную зону ГЭС [8, 16, 21]. Поэтому при разработке экологически чистой технологии сохранения и рационального использования ВБР целесообразно в качестве мероприятия по устранению последствий негативного воздействия на их состояние, в т.ч. по предотвращению их попадания в водозаборные сооружения, рассмотреть во-

прос о проведении рыбохозяйственной мелиорации водных объектов [2] путём создания в них искусственных рифов и донных ландшафтов [1].

Возможность и целесообразность использования искусственных рифов для предупреждения попадания рыб и иных ВБР в водозаборы, в т.ч. ГЭС [8], базируются на основополагающем принципе отечественной рыбозащиты. Согласно этому принципу основной причиной попадания рыб в водозабор является пассивный скат их молоди, который начинается при потере ей ориентации в пространстве и в связи с невозможностью сопротивляться течению, скорость которого превышает критические для неё значения [22]. Анализируя данное положение, можно заключить, что если на удалённом от источника техногенной опасности, например ГЭС, проточном участке водохранилища, скорости течения через который ещё не превышают критических значений для жизнеспособной молоди жилых рыб, создать благоприятные условия для восстановления ориентации и продолжительного обитания молоди, то можно устранить основные предпосылки для начала её пассивного ската из этого безопасного места и, тем самым, предупредить её подход к месту опасному.

Очевидно, что такое безопасное место наиболее доступно и рационально обустроить средствами мелиорации, т.е. искусственными рифами и донными ландшафтами [1, 8, 21], обеспечивающими привлекательное для водного населения повышение неоднородности естественной среды его обитания [23]. Создание в безопасном месте благоприятных условий для привлечения, комфортного и кормового оседлого обитания жизнеспособной молоди жилых рыб водохранилища позволяет обеспечить сдерживание её дальнейшего продвижения в опасную водозаборную зону. В результате конечная цель защиты рыб, а именно, обеспечение их продолжительного обитания в безопасном месте [4], достигается без посредника – дорогостоящего и энергозатратного эксплуатируемого РЗС, а только средствами рыбохозяйственной мелиорации [1, 8, 19].

Однако в соответствии с действующим законодательством рыбохозяйственная мелиорация, как мера восстановительная, может быть реализована только при невозможности оборудования гидротехнического сооружения эффективным РЗС [2]. Поэтому для обоснования возможности её использования как меры рыбозащитной сопоставим условия применения рифовой мелиорации и РЗС, как средств, предназначенных для предотвращения попадания рыб и иных ВБР в водозаборные сооружения [3, 4, 8].

Рифовая мелиорация создает на удалённых от ГЭС безопасных участках водохранилища ком-

фортные условия для оседлого обитания жилых видов ВБР, в т.ч. молоди рыб и, тем самым, отвлекает их от протяженных миграций по водохранилищу. Это позволяет заблаговременно предупредить подход и, следовательно, также как РЗС предотвратить попадание ВБР в гидроагрегаты. Поэтому объект и цели защиты у рифовой мелиорации и РЗС идентичны. Причём основной конечной целью защиты рыб является обеспечение их пребывания в безопасном месте [4], которое целесообразно выполнять укромным, т.е. изобилующим укрытиями. Очевидно, что наиболее рациональным представляется достижение данной цели средствами и возможностями именно рифовой мелиорации [1].

Однако, как отмечалось выше, водозаборы в соответствии с действующим законодательством должны быть оборудованы эффективными РЗС [2]. Возникает парадокс: РЗС на водозаборе нет, а его цель — предотвращение попадания в водозабор рыб и обеспечение их пребывания в безопасном месте — достигается [4]. Очевидно, что разгадка лежит на самой поверхности, поскольку защиту рыб обеспечивает рыбохозяйственная мелиорация, а самодостаточным РЗС являются специализированные рифовые структуры, её реализующие и создающие в водохранилище локальный высокопродуктивный рифовый биотоп — безопасное место оседлого обитания жилых ВБР [1, 4, 16, 21].

Более того, этот рыбоохраняющий биотоп является в водохранилище единственным из известных РЗС, которое в полной мере соответствует требованиям “рыбозащитного” СП 101.13330.2023 (изм. 1) и, в конечном счёте, обеспечивает пребывание защищённых рыб в безопасном месте водного объекта [4]. В традиционных же рыбозаградителях вынесение устья рыбоотвода в зону водохранилища, где скорости водозаборного течения не превышают критических для защищаемых рыб значений [4], сопряжено со значительными трудностями по созданию весьма протяжённого энергоёмкого течения в рыбоотводящем тракте и не гарантирует безопасность защищённой молоди от хищников, как при её выходе непосредственно из рыбоотвода, так и при возвращении в поисках корма обратно к ГЭС. Поэтому ни одно из размещённых в водохранилище традиционных РЗС, не имеющее в своем составе специально обустроенное безопасное место, не соответствует нормативным требованиям [4].

В отличие от традиционных РЗС [4], правомочность рифовой защиты рыб обусловлена законодательными и нормативными актами Российской Федерации [1 – 5, 8] и основана на возможности “устранения последствий негативного воздействия на состояние ВБР и среды их обитания посредством рыбохозяйственной мелиорации водных объектов” [2], которая осуществляется “путём создания ис-

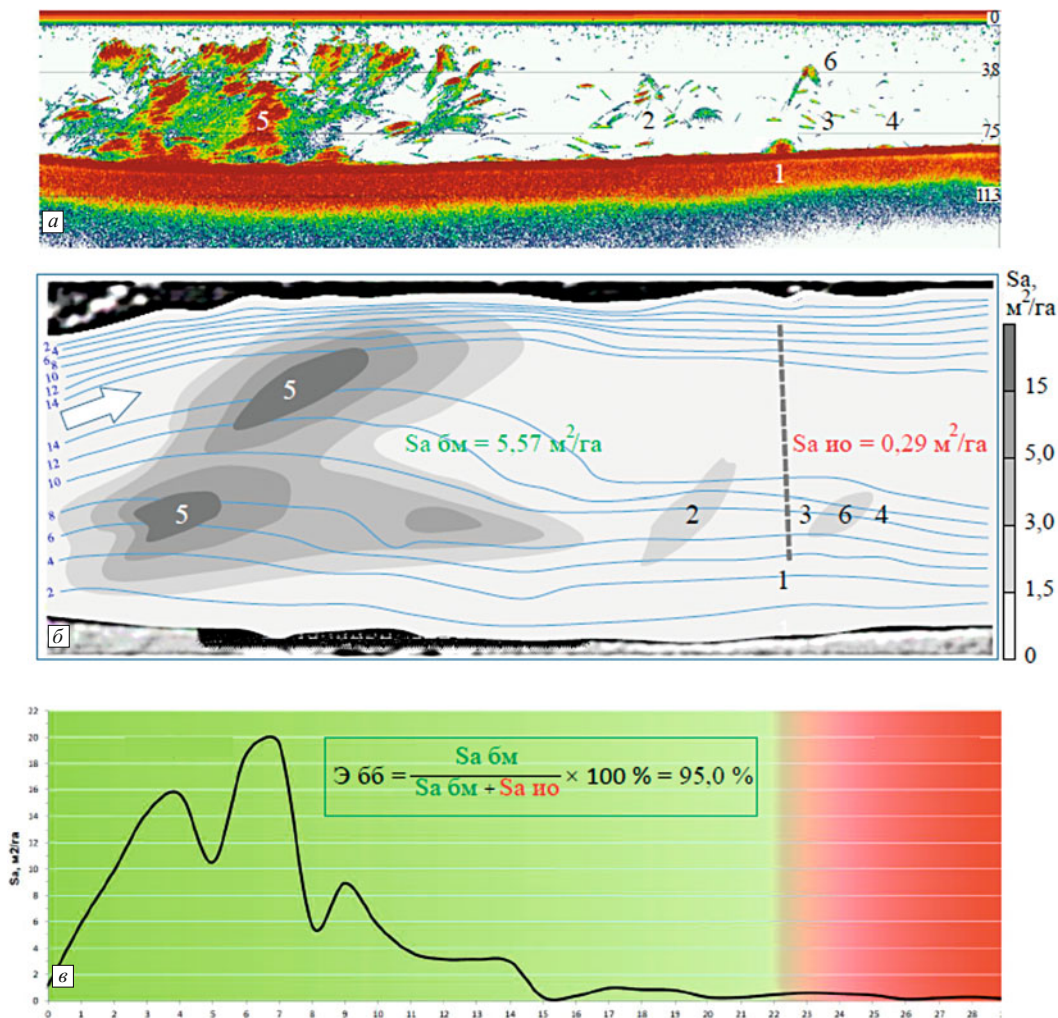


Рис. 3. Остановка массовых скоплений мирных рыб перед упорядоченно-протяженной поперечной рифовой грядой:

a — эхограмма по оси миграционного транзита рыбных скоплений по натурному экспериментальному участку водохранилища, обустроенному упорядоченно-протяженной поперечной рифовой грядой; *б* — планшет горизонтального распределения рыбных скоплений на экспериментальном участке; *в* — показатель плотности рыбных скоплений в размерности коэффициента поверхностного обратного рассеивания $\text{м}^2/\text{га}$ по оси их миграционного транзита;

1 — поперечная рифовая гряда; Биобарьер: *2* — авангард; *3* — ядро; *4* — арьергард; *5* — утилизатор планктона; *6* — “котёл”

куственных рифов, донных ландшафтов в целях улучшения экологического состояния водного объекта” [1], т.е. благоприятных условий для обитания ВБР на безопасном от ГЭС удалении. Иначе говоря, в соответствии с действующим российским законодательством проведение в водохранилище рыбоохранных мер можно осуществлять с использованием искусственных (рукотворных) рифов, с помощью которых проводятся превентивные рыбохозяйственно-мелиоративные мероприятия по целенаправленному обустройству ключевых участков водохранилища, т.е. его эколандшафтная коррекция, проводимая с целью предупреждения подхода рыб к ГЭС [8, 16].

В пользу использования рифовой мелиорации говорит и тот факт, что конфликт, возникающий между молодью рыб и ГЭС, намного проще и разумнее предупредить заблаговременно, чем допустить его, а затем “лечить” с помощью традиционного до-

рогостоящего и энергозатратного рыбозаградителя [4]. Рифовая мелиорация [1] как раз и позволяет решать проблему защиты рыб именно профилактическими мерами.

Кроме того, способность локальных упорядоченных рифовых структур не только регулировать воспроизводство, распределение и освоение кормового ресурса в локальном высококормном биотопе, но и организовывать оседлых стайных хищников в крупные охотничьи группировки и с их помощью управлять перемещением и распределением по водоёму мирных рыб, в т.ч. планктофагов, позволяет в ещё большей степени оптимизировать стратегию сохранения и рационального использования ВБР на крупных водохранилищах. В данном случае оптимизация основана на способности упорядоченно-протяженной гряды рифовых модулей, которые ихтиофаги используют в качестве охотничьих стоянок и засад, формировать биобарьер. Располагая

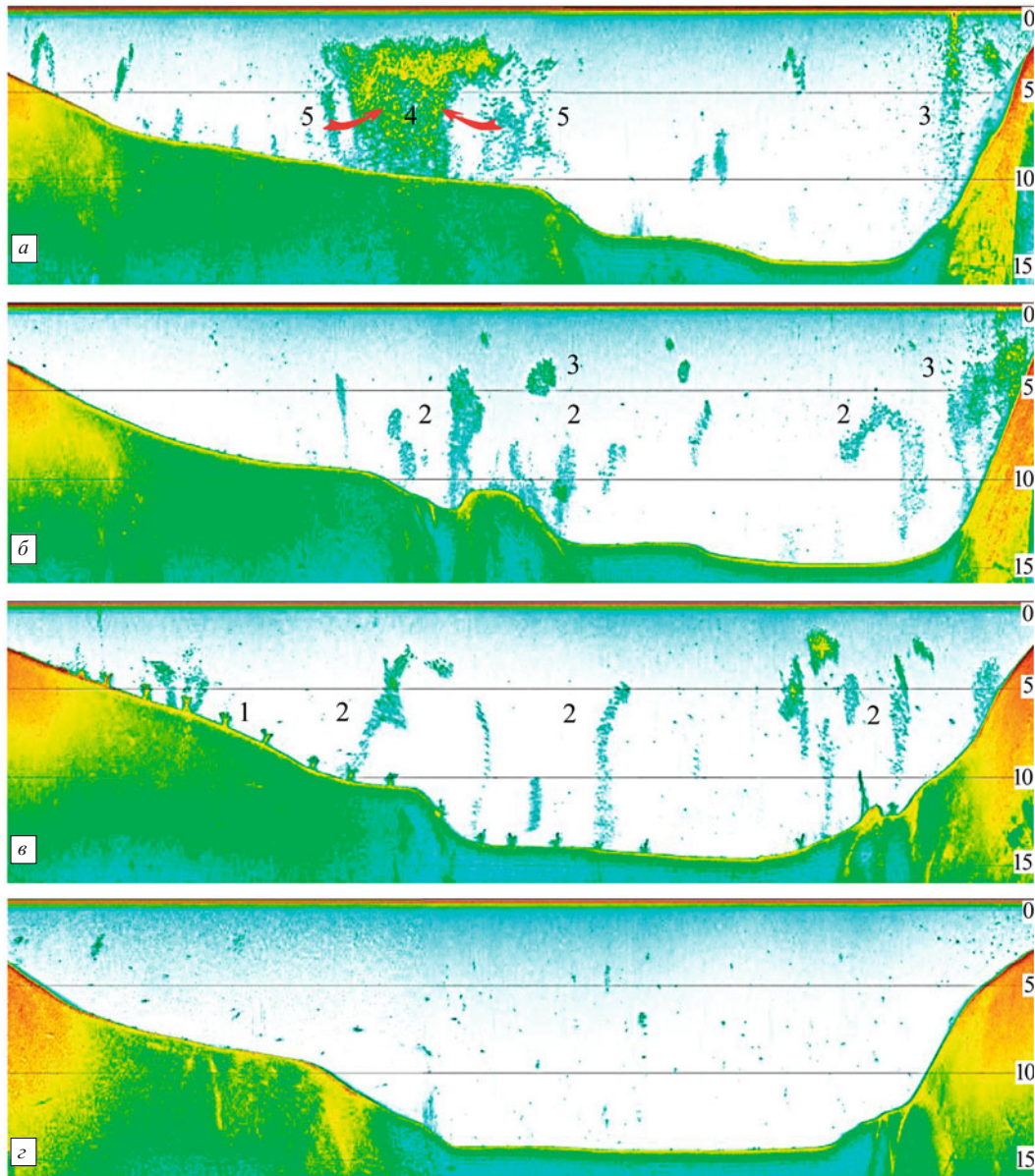


Рис. 4. Прохождение скоплениями мирных рыб по створам локального участка водохранилища, обустроенного упорядочно-протяжённой поперечной рифовой грядой.

Поперечные створы рифового участка: *а* — стартовый; *б* — промежуточный; *в* — рифовый; *г* — финишный;

1 — поперечная рифовая гряда; *2* — охотничьи построения ихтиофагов — биобарьер; *3* — скопления мирных рыб; *4* — “котел”; *5* — окружение и утилизация “котла” ихтиофагами

его на основных путях биостока, можно жизнеспособных особей отпугивать и останавливать, а нежизнеспособных — утилизировать, предупреждая тем самым подход гидробионтов из водохранилища к техногенному источнику опасности — ГЭС с эффективностью, достигающей 95 % и более (рис. 3) [8, 16, 19].

Это позволяет использовать упорядоченно-протяженные рифовые гряды в качестве одного из наиболее доступных и действенных инструментов-катализаторов эколандшафтной коррекции водохранилища. Повышение с их помощью неоднородности естественной среды обитания ВБР запускает в ключевых точках водохранилища процессы само-

организации, саморегуляции и самооздоровления ихтиоценоза. Причём они не ограничиваются пределами конкретной гряды, а распространяются на прилегающие к ней участки. Так, жизнеспособные планктофаги, остановленные перед биобарьером из оседлых ихтиофагов, также объединяются в крупное пелагическое скопление — утилизатор планктона, который предотвращает проход к ГЭС не только самих мирных рыб, но и дрейфующих планктонных организмов. Тем самым совокупность двух крупных организованных скоплений рыб, биобарьера и утилизатора планктона, обеспечивает предупреждение подхода к ГЭС всего спектра ВБР,

мигрирующих вниз по водохранилищу (рис. 3) [8, 16, 19].

При этом управление перемещением и распределением ВБР достигается с использованием гидротехнических конструкций рифовой гряды, отношение объёма которых к объёму регулируемой акватории не превышает $83 \cdot 10^{-9}$ [24]. Такая количественная размерность решения сложной природоохранной задачи позволяет считать эколандшафтную коррекцию ключевых проточных участков водохранилища соответствующей понятию нанотехнология. Кроме того, запуск на этих участках процессов самоорганизации и саморегуляции природных биологических сообществ более чем соответствует моделированию принципов построения живой Природы, т.е. решению одной из основных задач, поставленных перед разработчиками нанотехнологий. В свою очередь, это означает не только подход к “нано”, но и переход от требующих эксплуатации прежних дорогостоящих и травмирующих рыб технологий к неэксплуатируемой, энергосберегающей и полностью интегрирующейся в естественную среду обитания ВБР постоянно действующей природоподобной технологии её эколандшафтной коррекции. Это уже не количественный переход, а качественный скачок от манипуляции отдельными особями молоди рыб перед водозабором к запуску процессов естественного целенаправленного формирования природной среды обитания ВБР с целью использования её для управления ихтиофауной водохранилища, повышения её безопасности, продуктивности и биоразнообразия [16].

Таким образом эколандшафтная коррекция естественной среды обитания ВБР помогает Природе защищать себя самой.

Однако, несмотря на все преимущества, у технологии эколандшафтной коррекции имеются свои оппоненты, которые запрещают её использование, утверждая, что “искусственные рифы — это не рыбозащита, а рыбохозяйственная мелиорация”. При этом они, к сожалению, не поясняют — хорошо это или плохо и почему с помощью технологий, предназначенных для улучшения экологического состояния естественной среды обитания ВБР [1], нельзя предотвращать попадание в водозаборы рыб и других гидробионтов [2 – 4].

Анализируя данное утверждение, можно отметить следующее.

В современной рыбозащите трудно найти оригинальное устройство, не имеющее аналогов в других областях техники. Так, более чем аналогичны предназначенные для уничтожения рыб и загрязнения среды их обитания — электрорыбозаградитель и браконьерская электроудочка, сетчатый рыбозаградитель и рыболовная сеть и т.д. [4].

Кроме того, одно и то же устройство может быть предназначено для выполнения множества различных функций. Так, например, обычный мелиоративный канал помимо своего основного многофункционального назначения — оросительного, осушительного или обводнительного, может быть также судоходным, рыбохозяйственным, рекреационным и даже конькобежным. Поэтому вряд ли препятствием использования рыбохозяйственной мелиорации для предупреждения гибели рыб и других ВБР на водозаборах является то, что с помощью рукотворных рифов дополнительно обеспечивается не ухудшение [4], а улучшение экологического состояния водного объекта [1].

Если же растолковать все понятия, упомянутые в вышеприведенном утверждении, то получится буквально следующее: “гидротехнические конструкции, предназначенные для повышения неоднородности естественной среды обитания ВБР (искусственные рифы) — это не средство предотвращения попадания рыб в водозаборные сооружения (рыбозащита), а его рыбохозяйственное улучшение (мелиорация)”.

Причём улучшение заключается в том, что с помощью природоподобной технологии обеспечивается бесконтактная, не травмирующая молодь, защита рыб, которые в жизнеспособном состоянии остаются обитать в высококормном рукотворном биотопе — безопасном месте [21].

Немаловажным улучшением является также то, что помимо рыб обеспечивается предотвращение подхода и попадания в ГЭС планктона, который перерабатывается перифитонным сообществом рифа в оседлый кормовой ресурс, т.е. накапливается и сохраняется на нём в живом виде, или осваивается скоплением планктофагов, организованных в утилизатор планктона биобарьером из ихтиофагов, базилирующихся на рифе [19].

Не менее важным улучшением является и то, что бетонные рифы весьма доступны и не требуют эксплуатации и энергообеспечения. Поэтому они не ломаются и их нельзя отключить, например, с целью экономии электроэнергии. В отличие от рыбозаградителей, рифы независимо от человеческого фактора непрерывно работают по принципу: “поставил и забыл” [16].

Лучшее решение любой проблемы — это предупреждение возможности её возникновения. Разве плохо, если жизнеспособная рыба, обитая в специально организованных высококормных рифовых биотопах не будет из водохранилища подходить к ГЭС, и если, “защищая” не нужно никого “отцеживать” через сетку [25], травмировать и загрязнять среду обитания [4]?

Возникновение рассматриваемой фразы, скорее всего, обязано Федеральному закону “О рыболовст-

ве и сохранении водных биологических ресурсов”, согласно статьи 44 которого “рыбохозяйственной мелиорацией являются мероприятия по улучшению показателей экологического состояния водных объектов в целях создания условий для сохранения и рационального использования водных биоресурсов” [1]. При этом “рыбохозяйственная мелиорация может осуществляться путём создания искусственных рифов и донных ландшафтов” [1]. Однако для сохранения ВБР используют также их защиту от попадания в водозаборы [2]. В связи с этим возникает резонный вопрос: “Почему с помощью искусственных рифов, т.е. рыбохозяйственной мелиорации, создавать условия для сохранения ВБР можно, а создавать условия для защиты рыб от попадания в водозаборы, т.е. для сохранения ВБР, нельзя?”

По-видимому, противники использования рифовой мелиорации считают, что защиту рыб следует осуществлять не улучшением, как предписано законом [1], а только ухудшением экологического состояния водного объекта, например, путём его электромагнитного загрязнения электрическими или травмирования молоди контактными сетчатыми заградителями [4, 25]. Однако использование технологий, заведомо ухудшающих экологическое состояние природной среды, причиняющих боль и травмирующих животных, в т.ч. гидробионтов, российским законодательством не предусмотрено. Поэтому, вряд ли можно считать применение рыбозаградителей [4] легитимным. Именно этого, видимо, и добиваются составители “Изменения 1” к СП 101.13330.2023 [4], пытаясь полностью скомпрометировать отечественную защиту рыб и заменить её на искусственное рыбозаведение.

При этом скомпрометировать пытаются не только защиту рыб, но рифовую мелиорацию также. Для этого работы по созданию искусственных рифов и коррекции донных ландшафтов пытаются свести к ежегодной установке искусственных нерестилищ с целью повышения эффективности естественного воспроизводства ценных промысловых видов рыб фитофильной группы [5, 26].

Однако “на таких нерестилищах эффективно проходит нерест, главным образом, малоценных эврибионтных видов (плотва, окунь, уклейка, густера), увеличение численности которых в водоёмах с многовидовым промыслом, наоборот, необходимо сдерживать. Что же касается положительного влияния дополнительных нерестилищ на численность молоди именно ценных промысловых рыб (лещ, судак, щука, сом), то в условиях водохранилищ оно до сих пор не установлено” [26].

Необходимо также отметить, что использование самих рифовых, в частности, балочных модулей для нереста рыб также мало эффективно, поскольку они развиты, главным образом, по вертикали и

не всегда располагаются на глубинах оптимальных для нереста.

Кроме того, в сравнении с площадью естественных нерестилищ, например, верхового откоса каменно-набросной плотины, площадь рукотворных рифовых модулей, упорядоченно рассредоточенных по её берме, настолько мала, что не позволяет рассматривать их в качестве фактора, оказывающего существенное влияние на естественное размножение ихтиофауны водохранилища.

Такой подход позволяет оппонентам рассматривать рыбохозяйственную мелиорацию, направленную на обеспечение естественного воспроизводства рыб на искусственных рифовых нерестилищах, как меру малоэффективную. При этом ежегодные затраты на её регулярное проведение многократно превышают стоимость потенциальных объёмов вылова промысловых рыб в “отмелиорированных” таким образом внутренних водоёмах России. Поэтому справедливо считается, что “в настоящее время положительное влияние ежегодно проводимых мелиоративных работ на улучшение условий естественного размножения и нагула ценных видов рыб достоверно не установлено” [26].

В то же время рассмотрение рифовой мелиорации, как наиболее доступного, высокоэффективного мероприятия, направленного на предупреждение подхода и попадания ВБР в водозаборы, в т.ч. ГЭС, причём проводимого однократно по принципу “поставил и забыл”, умышленно замалчивается.

Негативное отношение к рифовой мелиорации можно объяснить тем, что она является прямой альтернативой и конкурентом ежегодному компенсационному искусственному рыбозаведению [2, 5, 6]. При этом её рассмотрение только как мероприятия по созданию искусственных нерестилищ позволяет начать дискредитирование искусственных рифов, схожее, например, с критикой якобы неэкономичной, а потому и неэффективной лампы накаливания, КПД которой, как осветительного прибора, не превышает 3 – 5 %. Остальная же электроэнергия уходит на образование никому не нужного тепла. Однако, почему не нужно? Разве не представляет практический интерес отопительный прибор, КПД которого оценивается на уровне 95 – 97 %? Примените такую лампочку в качестве печки, и она дополнительно будет еще помещение освещать, т.е. её совокупный КПД приблизится вплотную к 100 %.

Данный эффект можно использовать для исправления негативного отношения к рифовой мелиорации. Для этого предписанные законом “мелиоративные” меры [1] с целью сохранения ВБР в проблемных водоёмах, по всей видимости, необходимо принимать несколько иначе, чем просто искусственные нерестилища. Очевидно, что речь

идёт о высокоэффективном применении упорядоченно-протяженных рифовых биотопов, в первую очередь, как инструмента-катализатора, запускающего природные процессы самосохранения ихтиоценоза водного объекта. И только во вторую очередь бонусом рукотворных рифов может быть их использование в виде субстрата, предназначенного для обитания, размножения и сохранения не столько самой ихтиофауны водоёма, сколько её кормовых объектов. Как уже отмечалось ранее, это позволяет рассматривать рифы в качестве постоянно действующего интегрированного в природную среду компенсационного объекта, направленного на восстановление и рациональное использование весьма доступной, в т.ч. “заготовленной в живом виде впрок” кормовой базы проблемного водоёма. При этом многочисленные, в т.ч. колониальные кормовые организмы-фильтраторы, обитающие на проточно развитом в водную толщу рифовом субстрате [16, 23], обеспечивают дополнительно улучшение качества воды и экологического состояния водного объекта [1].

Анализируя сложившуюся ситуацию, необходимо обратить внимание также на то, что альтернативой искусственному воспроизводству является естественное воспроизводство ВБР, к которому принято относить мероприятия не только по организации нереста рыб на искусственных нерестилищах, но и по пропуску производителей через плотину на нерест, а также защите молоди рыб от попадания в водозаборы и ГЭС. Пытаясь подменить рифовую мелиорацию искусственными нерестилищами, её оппоненты, фактически, признают тот факт, что она (мелиорация) является рыбоохранным мероприятием, направленным на создание условий для естественного воспроизводства ВБР. При этом следует отметить, что в соответствии с российским законодательством рыбохозяйственная мелиорация осуществляется не только путём “создания искусственных рифов и донных ландшафтов” [1], но “также каналов, обеспечивающих свободный проход водных биоресурсов к местам нереста” [1].

Отсюда следует, что из трёх основных мероприятий, обеспечивающих создание условий для естественного воспроизводства ВБР, необходимость проведения с помощью рыбохозяйственной мелиорации двух из них, а именно рыбопропуска и управляемого нереста, официально закреплена в российском законодательстве. Возникает вопрос: “Почему же в нём отсутствует третье мероприятие, а именно “защита рыб”, являющаяся реальным высокоэффективным наиболее доступным природоподобным конкурентом ежегодному компенсационному искусственному воспроизводству?”.

Вероятно, это объясняется тем, что “рукотворные рифы — это, действительно, не рыбозащита, а защита рыб, причем улучшенная”.

Дело в том, что между терминами “рыбозащита” и “защита рыб” разница принципиальная. Так, в первой половине прошлого века актуальным представлялось предотвращение попадания в водозабор различных загрязнений, в т.ч. рыб и иного “мусора” биологического происхождения, существенно ухудшающего качество воды, поступающей к потребителю. Поэтому по аналогии с ветрозащитой, влагозащитой, шумозащитой, обозначающими защиту какого-либо объекта от воздействия вредного фактора, указанного в первом слоге сложного слова, термин “рыбозащита” первоначально обозначал именно защиту водозабора от попадания в него рыб. В дальнейшем ситуация изменилась, и востребованной стала “защита рыб” от попадания в водозабор с обязательным обеспечением их жизнеспособности и отведением в безопасное место [4]. Однако название нового мероприятия, по сути диаметрально противоположного изначальному, осталось прежним – “рыбозащита”. Конечно можно не обращать на это внимание. Однако память об использовании технологий “отцеживания” рыб [25] осталась [2, 4] и препятствует развитию современных природоподобных технологий “защиты рыб” [8, 16, 19, 21]. Поскольку в настоящее время принципиальная разница между “рыбозащитой” и “защитой рыб” официально не прослеживается [2], то рыбозаградители реализующие, и, одновременно, компрометирующие “рыбозащиту”, заодно компрометируют и природоподобную технологию “защиты рыб”. В свою очередь, это оказывает весьма негативное влияние на проведение мероприятий по сохранению ВБР на водозаборах и особенно на крупных ГЭС, причиняет Природе вред.

Поэтому пока между “рыбозащитой” и “защитой жизнеспособных рыб” не будет официально оформлено принципиальное различие, а нормативная база не будет приведена в соответствие со здравым смыслом, нежизнеспособные рыбы и зоопланктон будут из водохранилища поступать на экраны рыбозаградителей [4], а водопользователи оплачивать немалый вред, который, по сути, ВБР и среде их обитания не причиняли [5, 8].

Выводы

Согласно российскому законодательству водопользователи, осуществляющие водозабор из водных объектов рыбохозяйственного значения обязаны принимать меры по сохранению рыб и иных ВБР [1, 2]. В частности, в качестве приоритетного направления сохранения ВБР предусматривается оборудование водозаборов эффективными РЗС [2],

предназначенными для предотвращения попадания в них рыб, которых в жизнеспособном состоянии необходимо отводить в безопасное место рыбохозяйственного водного объекта [3, 4]. Однако в настоящее время данное мероприятие осуществляется с использованием рыбозаградителей, допускающих контакт молоди с травмирующим защитным экраном/полем [4], существенно снижающим её жизнеспособность. Кроме того, в конструкции современных рыбозаградителей на водохранилищах отсутствует безопасное место для адаптации отведенных от водозабора рыб, что неизбежно приводит либо к поеданию хищниками особей “шокированных” рыбозащитой, либо к возвращению их обратно к водозабору. В результате нормативные требования, предъявляемые к РЗС [4], не выполняются. Это даёт основания отказаться от использования рыбозаградителей в пользу компенсационно-восстановительного искусственного зарыбления водоёма [2, 5, 6]. Однако выпущенная в проблемный водоём молодь, безопасность которой не обеспечена её защитой на водозаборах, с большой долей вероятности вновь попадет в них и гибнет.

Для исправления ситуации разработана принципиально новая наиболее доступная природоподобная технология сохранения ВБР путём эколандшафтной коррекции естественной среды их обитания, позволяющая на основных трассах биостока в ключевых точках водохранилища создавать рукотворные высокопродуктивные биотопы. Они характеризуются повышенной неоднородностью подводного ландшафта, обустроенного разнообразием развитых в водную толщу упорядоченно-протяженных структур рукотворных ориентиров, субстратов, убежищ и охотничьих засад, которые со временем полностью интегрируются в природную среду и предназначены для заинтересованного комфортного и кормного оседлого обитания в них жилого водного населения. Упорядоченное повышение неоднородности естественной среды обитания ВБР позволяет запустить на ключевых локальных участках водохранилища заведомо предсказуемые природные процессы самоорганизации и саморегуляции биоценоза и с их помощью управлять поведением жилых рыб, формировать цикл их жизненно важных перемещений в пределах одного или последовательной совокупности многозональных локальных рукотворных биотопов оседлого обитания, безопасно удаленных от ГЭС.

Наиболее экономичным из них, но в то же время весьма действенным следует признать самодостаточный рифовый биотоп в виде упорядоченно-протяженной гряды охотничьих засад, которую самостоятельно заселяет крупная организованная группировка оседлых стайных ихтиофагов — биобарьер. Он способен существенно регулировать ин-

тенсивность целенаправленных перемещений жизнеспособных мирных рыб вниз по течению, вплоть до их полной остановки и поворота вспять на безопасные вышерасположенные участки водохранилища. При этом жизнеспособные планктофаги, остановленные биобарьером, формируют перед ним утилизатор планктона. Совокупность двух крупных организованных охотничьих построений рыб утилизирует зоопланктон и нежизнеспособный ихтиопланктон, а жизнеспособных рыб отпугивает, предупреждая, тем самым, подход и попадание в ГЭС большинства видов ВБР [8, 16, 19].

Для обеспечения комфортного обитания мирных рыб, остановленных на безопасном удалении от техногенного (ГЭС) и природного (биобарьер и утилизатор) источников опасности на вышерасположенных участках водохранилища целесообразно дополнительно разместить безопасное место оседлого обитания мирных рыб — обширный многозональный рукотворный биотоп [21].

Таким образом, в водохранилище на безопасном от ГЭС удалении формируется череда специализированных не требующих эксплуатации и энергообеспечения доступных рукотворных рифовых биотопов, работа которых в совокупности полностью соответствует всем основным нормативным требованиям, предъявляемым к защите рыб [4], а именно: предупреждает подход и попадание в водозаборы и ГЭС всего спектра ВБР [19] и обеспечивает их продолжительное пребывание в жизнеспособном состоянии в удаленном безопасном месте [21] с эффективностью, достигающей уровня 95 % и выше [16].

В то же время внедрению уникальной наиболее доступной природоподобной технологии, которая на ГЭС на порядок экономичнее и экологичнее традиционных рыбозащитных технологий, препятствует терминологический казус отождествления двух диаметрально противоположных понятий: экологически грязной “рыбозащиты” водозабора и экологически чистой “защиты жизнеспособных рыб” от попадания в водозабор. До тех пор, пока между этими понятиями не будет официально оформлено принципиальное различие, а нормативная база не будет откорректирована соответствующим образом, нежизнеспособные рыбы и зоопланктон будут из водохранилища поступать на экраны рыбозаградителей [4], а водопользователи, в т.ч. ГЭС, оплачивать немалый вред, который, по сути, ВБР и среде их обитания не причиняли [5, 8].

Соблюдение этических норм

Конфликт интересов: автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Финансирование: автор не получал поддержки от какой-либо организации в отношении представленной работы.

Финансовые и нефинансовые интересы: у автора нет соответствующих финансовых и нефинансовых интересов.

Список литературы

1. *Федеральный закон “О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов”* от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ (с изменениями и дополнениями от 02.07.2013 № 148-ФЗ).
2. *Постановление Правительства РФ от 20.04.2013 № 380 “Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания”*.
3. *Водный кодекс Российской Федерации* от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.
4. *СП 101.13330.2023* Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. СНиП 2.06.07-87 (утв. Приказом Минстроя России от 16.06.2023 № 420/пр) // М.: Минстрой России, 2023.
5. *Приказ Министерства сельского хозяйства РФ* от 31 марта 2020 г. № 167 “Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам”.
6. *Приказ Министерства сельского хозяйства РФ* от 6 мая 2020 года № 238 “Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния”.
7. *Оценка воздействия на водные биологические ресурсы при эксплуатации Угличской ГЭС* / Отчет. — М.: Главрыбвод, 2017. — 105 с.
8. *ГОСТ Р 56828.34-2017* Наилучшие доступные технологии. Ресурсосбережение. Методология принятия управленческих решений для сохранения водных биоресурсов и среды их обитания / Национальный стандарт Российской Федерации. — М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2017. — 42 с.
9. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species* / The Global Invasive Species Database.
10. *Быков А. В.* Оценка эффективности работ по вселению сазана в водоемы центрального региона (на примере р. Ока и Вазузского водохранилища) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 3. 2014. С. 38 – 46.
11. *Конституция Российской Федерации* (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
12. *Путин В. В.* Выступление на пленарном заседании 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН // Нью-Йорк: 28.09.2015.
13. *Рудзянскаене Г. Г.* Роль хищных рыб в экосистеме Куршю-Марес (Литва) / Тезисы докладов 8 съезда Гидробиологического общества РАН, Т. 1. — Калининград, 2001. С. 134 – 135.
14. *Фортулатова К. Р., Попова О. А.* Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. — М.: Наука, 1973. — 298 с.
15. *Модели многовидового управления* / Под редакцией Т. Редсета. — М.: ВНИРО, 2002. — 274 с.
16. *Тайны рифоздания* // Кемерово. Фрактал. Вып. 4. 2020. — 93 с.
17. *Поддубный А. Г.* Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. — Л.: Наука, 1971. — 311 с.
18. *Поддубный А. Г., Малинин Л. К.* Миграции рыб во внутренних водоемах. — М.: Агропромиздат, 1988. — 225 с.
19. *Иванов А. В.* О защите рыб на ГЭС // Гидротехническое строительство. № 6. 2022. С. 23 – 33.
20. *О Стратегии развития природоподобных (конвергентных) технологий* / Проект Указа Президента Российской Федерации. — М.: Минобрнауки России. 14.06.2022.
21. *Иванов А. В.* О безопасном месте обитания защищенных рыб на ГЭС // Гидротехническое строительство. № 11. 2022. С. 55 – 69.
22. *Павлов Д. С., Пахоруков А. М.* Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 264 с.
23. *Михеев В. Н.* Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. — М.: Наука, 2006. — 190 с.
24. *Научно-технический отчет по договору* от 01.09.2011 года № 10.10.2011 П-46 / 10-08 “Мониторинг и проверка эффективности рыбоохранных мероприятий с помощью оборудования Вазузского водохранилища местами оптимального обитания рыб” Тверь: ФГБУ “Центррыбвод”, 2013. — 118 с.
25. *Эрслер А. Л.* Инженерно-биологическое обоснование и разработка эффективных конструкций рыбозащитных устройств для водозаборов малой производительности / Автореферат дис. канд. техн. наук в форме научного доклада. — Новочеркасск: 1999. — 36 с.
26. *Быков А. Д., Бражник С. Ю.* К вопросу оценки эффективности проведения работ по рыбохозяйственной мелиорации во внутренних водоемах России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 8, 2021. С. 8 – 20.