

УДК 639.3.03(28):639.3.001.57

Перспективы контролируемого воспроизводства рыб на внутренних водоёмах: натурное моделирование

Л. А. Воловова, М. Г. Долгих, Н. Г. Ключарева, А. В. Митителло

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: pyhtach@yandex.ru

Представлено биоэкологическое обоснование перспективности управления выпуском заводской молоди и её пастбищным нагулом в составе местного ихтиоценоза. Были отработаны методологические приёмы управления локальным пастбищным сообществом в естественных условиях на объектах поликультуры водохранилищ. Проанализированы результаты натурных исследований по созданию технологии управления пастбищным сообществом местных рыб на рыбохозяйственных водоёмах. Показано, что технология, основанная на условно-рефлекторном обучении рыб в заводских или естественных условиях, формирует у рыб устойчивый поведенческий комплекс территориального нагульного поведения на контролируемой акватории. Использование этой технологии посредством преемственности стимульного кормового поведения обеспечивает пространственно-временную устойчивость управляемого пастбища. Применение предложенной технологии на локальных акваториях способствует более высокому уровню сохранности и выживаемости молоди и, как следствие, повышению запасов водных биоресурсов.

Ключевые слова: адаптационный водоём, звуковой стимул, условно-рефлекторное обучение, управляемое пастбище, рифовый комплекс.

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение рыбных запасов и попытки компенсировать их снижение на рыбохозяйственных водоёмах путём искусственного воспроизводства в настоящее время недостаточно результативны. Одна из причин состоит в том, что деградирующая среда природных водоёмов одинаково губительна для аборигенных и реинтродуцированных видов. Резкие изменения в традиционных экологических связях привели к перестройке поведения рыб и даже исчезновению видов, частичному или полному. Современная наука видит решение этой проблемы в снижении антропогенной нагрузки на биоце-

нозы, сохранении и восстановлении среды акваторий, предназначенных для воспроизводства, подращивания и пополнения биоресурсов [Павлов, 1992; Кривцов, 2001; Воловова, Красюк, 2004, 2006].

Восстановление деградирующих ареалов предполагает создание мест обитания гидробионтов с учётом их использования рыбами на различных стадиях онтогенеза. Рыбоводные заводы, не имея специально обустроенных акваторий, практикуют или прямой выпуск молоди в близлежащие водоёмы, или транспортируют её в места традиционного нереста и обитания диких популяций рыб. Существую-

щие рыбоводные технологии не предполагают контрольного сопровождения процесса расселения молоди после её выпуска в водоём. Не имея навыков использования ориентировочных и оборонительных реакций, на незнакомой акватории молодь испытывает стресс и подвергается интенсивному выеданию хищниками. Гибель молоди в период выпуска может достигать 80–90%. Следствием этого являются низкие показатели промыслового возврата, величина которого колеблется по разным видам от 0,2 до 1,5% [Кривцов, 2001].

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Экологически оправданным и экономически приемлемым способом повышения эффективности искусственного зарыбления является организация выпуска заводской молоди через адаптационные водоёмы. Буферный блок адаптации в современной биотехнологии искусственного воспроизводства необходим для формирования у выпускаемой на нагул молоди навыков выживания и автономного обитания. В организованной комфортной среде у неё формируются адаптивные рефлексы и поведенческие реакции. При этом рыбы не только адаптируются к изменившимся условиям среды, но и имеют возможность в относительно безопасных условиях обрести способность коммуникативной связи с другими членами водного сообщества. В условиях адаптационного водоёма осуществляется подбор в стаю физиологически однородных рыб со сходными потребностями и возможностью синхронизации жизненных процессов у членов одной стаи. Находясь в одной фазе жизненного цикла, группа рыб активно поддерживает взаимный контакт и может в любой момент проявить организованность действия, биологически полезного для всех особей данной группы.

Коммуникативная связь в рыбном сообществе существует для оперативного удовлетворения насущных потребностей, зависящих от сезонной смены мотиваций. Через структуру стайных объединений у рыб в процессе эволюции выработались разнообразные формы сигнализации. Вовлечение всех особей стаи в какую-либо реакцию зависит от значимости биологического сигнала и количества имитаторов (так называемый «групповой эффект»).

Именно за счёт подражательного поведения, когда поведение одного животного служит источником раздражения для другого, распространяется информация о благоприятном изменении обстановки или неблагоприятном. Проявление безусловного имитационного и образование условных рефлексов у подражающих рыб на уровне группового поведения стаи играет существенную роль в коллективных приспособлениях [Герасимов, 1983]. Успех расселения интродуцированных рыб по водоёму и их выживание в значительной мере зависят от ограниченности её социализации в составе местного ихтиоценоза. Для поиска и обнаружения мест оптимального обитания ихтиоценоз использует эвристический потенциал как основу самоорганизации живых систем [Радаков, 1961].

Таким образом, сопряжение специального адаптационного участка, который принимает на свою акваторию заводскую молодь, с открытым водоёмом приближает процесс искусственного воспроизводства к природному. Однако и в этом случае успех последующего выживания и расселения заводской молоди остаётся за пределами технологического контроля, если выпущенная молодь не была снабжена телеметрическими метками.

Поддержка искусственного воспроизводства может принимать различные формы и масштабы. Прежде всего, это организация адаптационных водоёмов без сопровождения последующего расселения выпускаемых рыб. Помимо этого, в этом водоёме может быть организован управляемый выпуск с предварительным обучением рыб и последующим сигнально-кормовым привлечением выпущенных рыб.

Технология управляемого выпуска и нагула предполагает последующее сигнальное и кормовое сопровождение выпущенной молоди на акватории нагула. Технологическая задача управляемого искусственного воспроизводства для своего решения в качестве условий должна иметь: во-первых, комфортный адаптационный биотоп; во-вторых, гидроакустический комплекс сигнального управления привлечением рыб в зону выпуска. Дополнительное обустройство адаптационного участка убежищами, укрытиями, ориентирами благоприятствует

безопасности последующего освоения незнакомой среды выпущенной молодью. Технологическая акватория может представлять собой, например, глубоко врезанный в берег залив с глубинами не менее 5 м и зеркалом не менее 10 га [Воловова, 2016].

Управление процессом выпуска и последующего нагула на локальной акватории с периодическим подкармливанием благоприятствует выживанию, подрачиванию молоди, её социализации в местном ихтиоценозе и способствует территориальной устойчивости пастбищного сообщества. При этом сигнальное привлечение выпущенных обученных рыб позволяет возвращать их в зону выпуска и осуществлять периодический парциальный отлов и биологический контроль физиологического состояния рыб.

Результативность применения предлагаемой технологии в значительной степени зависит от выбора адаптационного участка и организации на нём комфортных мест обитания. При этом критерием выбора акваторий должны быть, по крайней мере, три условия:

- удалённость от зон техногенного и рекреационного водопользования (водозаборы, порты, причалы, плотины и т.п.);
- обитаемость выбранной акватории природными популяциями зарыбляемого вида;
- адекватность приёмной экологической ёмкости зарыбляемой акватории численности выпускаемой молоди.

В рыбохозяйственной практике арсенал предлагаемой технологии может быть использован полностью, т.е. с управляемым выпуском, контролем нагула заводской молоди и последующими парциальным и финальным отловом товарной рыбы [Воловова, 2016]. Как показали модельные исследования, использование отдельных аспектов технологии, минуя управляемый выпуск, позволяет непосредственно на акватории адаптационного участка производить контроль физиологического состояния выпущенной рыбы методом условно-рефлекторного обучения и привлечения. В этом случае имеется возможность отслеживать процесс социализации выпущенной рыбы в местном ихтиоценозе, а также последующего формирования локального пастбищного сообщества и его устойчивости в пространстве и времени. [Долгих и др., 2013]

Сущность метода обучения рыб заключается в следующем: предварительно за две недели до выпуска заводская молодь проходит обучение условно-рефлекторному кормовому поведению при подаче звукового сигнала [Воловова, Красюк, 2004]. Эту процедуру осуществляют по определённой программе непосредственно в выростных ёмкостях завода, прудах, адаптационных водоёмах или высаживают молодь в специальные вольеры на понтонах-носителях на нагульном водоёме.

Для формирования контролируемого нагульного стада рыб не обязательно обучать весь посадочный материал. Достаточно условно-рефлекторного тренинга стартовой группы рыб, численностью от нескольких сотен особей. Остальное нагульное сообщество контролируемой акватории, используя подражательную реакцию, достаточно быстро усваивает все навыки нагульного поведения стартовой группы [Воловова, 2016].

Пастбищное сообщество заводских рыб ежегодно может пополняться новой генерацией, которая подражая «аборигенам», вовлекается в локальное управляемое сообщество. Территориальная преференция пастбищной акватории у её обитателей в нагульном сезоне подкрепляется возможностью получения корма на звуковой сигнал в зоне привлечения. Условно-рефлекторный компонент пищевого привлечения к комфортной кормовой площадке со временем включается в стереотипные навыки нагульного поведения локального сообщества рыб.

Поисковая мотивация обнаружения участков с кормом и убежищами решается рыбами гораздо быстрее при наличии различных ориентиров и лежит в основе процесса самоорганизации живых систем. Распознавание образа неразрывно связано с работой ассоциативной памяти и требует предварительного накопления информации-опыта. Обращение к хранимой в памяти информации актуализируется состоянием мотивации (голод, опасность, поиск убежища). Разномасштабная структурированность динамической среды и наличие территорий, пригодных для выживания рыб на разных жизненных стадиях и различной социальной организации, определяют пропорцию «резидентов» и «кочевников» в пастбищной попу-

лянии. Следствием этого экосистемного феномена является необходимость мелиоративного обустройства выбранных для обитания рыб акваторий методом биотопического конструирования. Компактность взаиморасположения жизнеобеспечивающей триады биотопов (репродуктивный, нагульный, зимовальный) определяет меньшую миграционную активность и оседлый образ жизни. Пастбищный тип освоения нагульной акватории местным ихтиоценозом минимизирует поисковые энергетические затраты и упрощает товарное изъятие рыбы [Поддубный, 1988; Воловова, Красюк, 2003, 2004, 2006; Евин, 2004; Михеев, 2006; Долгих, Воловова и др., 2013].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основные методологические приёмы гидроакустического стимульного управления выпуском, нагулом и возвратом рыб к месту выпуска в открытом водоёме были отработаны на заводской молоди радужной форели [Воловова, Шабалин и др., 1986]. Натурное моделирование управляемого локального пастбища на базе сообщества местных рыб без предварительного обучения стартовой группы было выполнено на акваториях Рыбинского и Вазузского водохранилищ в 2011–2015 гг.

Выбор модельного полигона для установки понтона с гидроакустическим стимулятором «Сигнал-М» осуществлялся по результатам гидроакустической съёмки и комплексного

гидробиологического и экологического обследования. Сеансы условно-рефлекторного обучения местных рыб проводились в нагульном сезоне по стандартной методической схеме (рис. 1):

- 5 минут — излучение сигнала без подачи корма;
- 25 минут — излучение сигнала с подачей корма;
- 15 минут — пауза, сигнал отключён, корм не подаётся;
- 30 минут — излучение сигнала с подачей корма [Воловова, Красюк, 1987].

Признаками устойчивого условно-рефлекторного кормового поведения можно считать синхронное заполнение рыбами кормовой площадки при включении сигнала и поисковое возбуждение. Вместе с сигнальным кормовым рефлексом у обучаемых рыб вырабатывается рефлекс на обстановочные факторы — место и время. Наличие этого комплекса фиксированных реакций побуждает этих рыб к целенаправленному движению в кормовую зону по сигналу. Естественной реакцией соседних и случайных рыб на энергичное ориентированное движение обученных рыб является подражательное следование за ними. Существенное влияние на вовлечение рыб местного ихтиоценоза в управляемое пастбищное сообщество оказывает доля в нём обученных особей с интенсивным проявлением целенаправленной поисковой реакции на звуковой стимул.

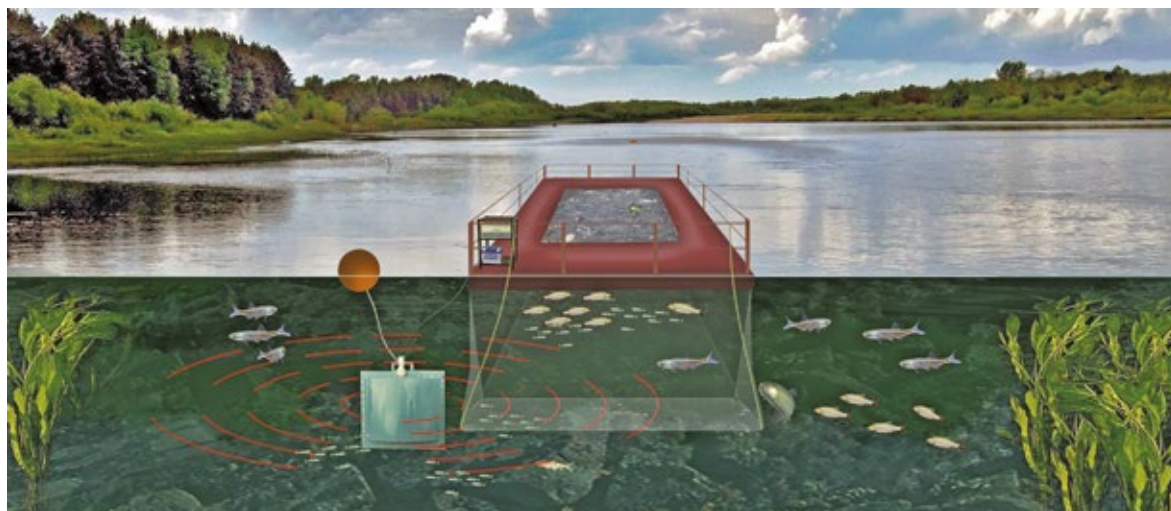


Рис. 1. Установка для условно-рефлекторного обучения рыб с использованием звукового сигнала

Опосредованное вовлечение всё новых особей в кормовое сообщество приводит к формированию хорошо интегрированного управляемого пастбищного сообщества, численность которого лимитирована приёмной ёмкостью акватории, а также уровнем конкуренции и комфортности [Лещева, 1980; Иоффе, 1987; Лещева, Жуйков, 1989].

В процессе обучения на модельных полигонах были прослежены общие особенности динамики управления кормовым поведением рыб и выделены три характерных этапа: формирование условного пищевого рефлекса на сигнал; расширение пространственной экспансии вовлечения новых рыб через опосредованное обучение; стабилизация численности сформированного пастбищного сообщества. Нерегулярный режим привлечения и подкрепления рефлекса не ослабляли выработанный у рыб навык приходить на сигнал в контрольную зону. Рефлекторная значимость запечатлённого звукового сигнала сохранялась у рыб и после 20-дневного перерыва в регламенте стимульного привлечения, что позволяло восстанавливать численность пастбищного сообщества до контрольного уровня за 2–3 дня. Более того в следующих сезонах наблюдалось привлечение рыб на кормовую площадку понтона с первых минут подачи сигнала и корма. При этом появление взрослой рыбы на начальном периоде сигнальной стимуляции позволяет утверждать, что часть ранее обученных рыб сохранила приобретённый рефлекс привлечения на звуковой стимул в течение года.

На последовательных этапах стимульного привлечения в контрольной зоне наблюдалось разновидовое сообщество рыб (уклейка, краснопёрка, густера, лец, плотва, окунь), что приводило к конкурентным отношениям на кормовой площадке понтона и к изменению доли то одного, то другого вида. Ограниченность кормовой площадки (около 20 м²) модельного полигона усиливала уровень конкуренции у рыб, вследствие чего происходило вытеснение особей, не способных ей противостоять. С учётом динамической ротации рыб оценка численности пастбищного сообщества производилась по ситуационным выборкам методом гидроакустических и визуальных наблюдений в понтоне. По визуальной оценке численность кор-

мового сообщества в приповерхностном слое достигала 200–250 особей. Фактическая же численность сообщества включала рыб за пределами видимости: в толще воды, придонных, а также стайки молоди в окрестности понтона.

Комфортность кормового центра стимульного привлечения и его окрестной акватории определяет степень интегрированности местных рыб в управляемое пастбищное сообщество. Вклад обстановочного фактора в комплекс сигнальной стимуляции кормового поведения местных рыб обусловлен биотопической структурированностью подводного ландшафта. При этом существенное значение имеют защищённость кормового поля и кормящихся рыб от ветрового воздействия, наличие укрытий и убежищ, что было подтверждено в 2015 г. на модельном полигоне, дополнительно обустроенном комплексом искусственных рифов. Пространственная организация рифового комплекса определялась прибрежной батиметрией акватории модельного полигона. Рифовый комплекс, диаметром около 25 м, был расположен на участке склона от прибрежного мелководья до руслового свала, выбор радиально-кольцевой симметрии был обусловлен равной вероятностью подходов рыб на кормовую площадку с акватории водохранилища. Свободное пространство между рифовым комплексом и понтоном, а также под понтоном позволяло рыбам свободно перемещаться при поисковом и кормовом поведении, находясь в поле визуального наблюдения оператора. В качестве элементов рифового комплекса были сконструированы несколько типов донных и пелагических рифов, предназначенных для выполнения в той или иной мере функции ориентира и укрытия для рыб (рис. 2).

Созданный рифовый комплекс заметным образом разнообразил и обогатил ландшафтную среду в зоне стимульного управления поведением рыб. В зоне рифового комплекса выполнялся систематический мониторинг пространственного распределения рыбных скоплений и активности их привлечения на звуковой сигнал.

Сохранение рефлекса привлечения на звуковой сигнал у части обученных рыб из предыдущего поколения и мелиоративное обустройство зоны привлечения рифовым комплексом

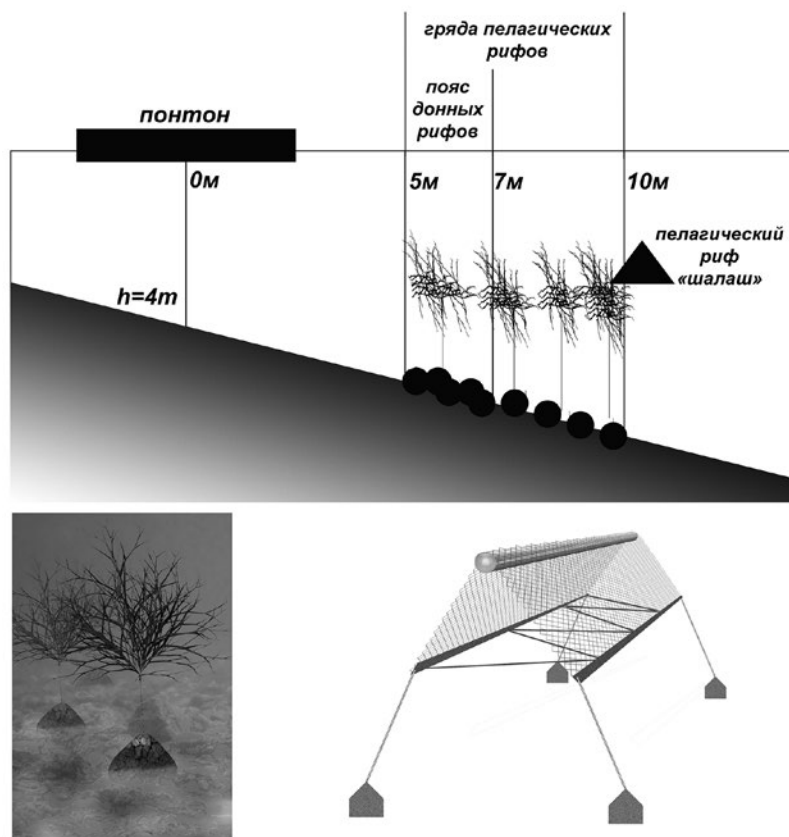


Рис. 2. Элементы рифового комплекса и их расположение

являются существенными факторами для увеличения численности пастбищного сообщества из сезона в сезон и пространственно-временной стабильности его управления. Это следует из сравнительного анализа контрольной эхозаписи процесса привлечения рыб на кормовую

Таблица 1. Сравнительная активность привлечения сообщества рыб в конце экспериментального периода в 2014 и 2015 гг.

Фаза	Среднее значение коэффициента обратного рассеивания в минуту за фазу	
	2014 год	2015 год
Фон	0,27	6,45
Сигнал	0,53	18,18
Сигнал и кормление 1	1,33	38,64
Пауза	3,6	12
Сигнал и кормление 2	3,63	37,56
Последствие	1,99	11,14
Общее	1,92	24,25

площадку в конце нагульного сезона 2015 г. с аналогичным результатом предыдущего сезона: эффективность привлечения рыб на мелiorированной акватории выросла более чем на порядок (рис. 3).

Так если в 2014 г. в первой фазе «сигнал и кормление» средний уровень активности в условных единицах составил 1,33, то в 2015 г. он вырос до 38,64, а во второй фазе 3,63 и 37,57, соответственно (табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стабильность регламента подкрепления трансформирует первоначальное условно-рефлекторное поведение рыбного сообщества в устойчивый сложный комплекс преферентного территориального поведения на акватории управляемого нагула. Воспроизведение регламента из сезона в сезон позволяет сформировать преимущество стимульного управления кормовым поведением у новых генераций популяции местного сообщества рыб и террито-

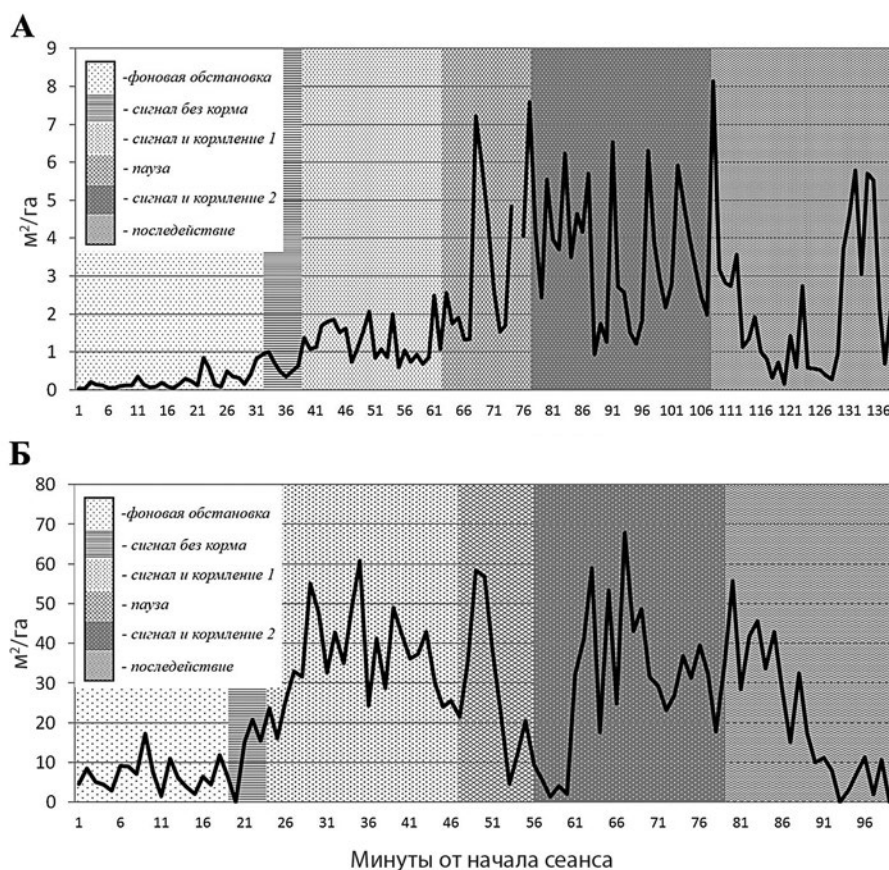


Рис. 3. Сравнение уровней активности пастбищного сообщества в 2014 г. (А) и 2015 г. (Б)

риальную устойчивость управляемого пастбища на мелиорированной акватории.

Поддержание компактности пастбищного сообщества на локальной акватории позволяет контролировать его биологическое состояние в сезоне, выполняя парциальные отловы методом стимульного заведения в садок, снижать пресс браконьерства и выполнять вылов товарной рыбы на специально подготовленных участках акватории. Обобщая вышеизложенное, следует подчеркнуть основную сущность предлагаемой технологии и перспективу её использования в рыбохозяйственной практике.

Включение предлагаемого технологического блока, отработанного на натуральных полигонах, в рыбоводные нормативы в перспективе позволит увеличить запасы водных биоресурсов и рыбохозяйственные показатели искусственного воспроизводства.

ЛИТЕРАТУРА

- Воловова Л. А. 2016. Управление нагульными миграциями радужной форели (о. Сааремаа, Балтика) // Труды ВНИРО. Т. 161. С. 140–150.
- Воловова Л. А., Красюк В. В. 1987. Методические рекомендации по управлению морским нагулом и отловом радужной форели при помощи гидроакустических стимулов. М.: ВНИРО. 28 с.
- Воловова Л. А., Красюк В. В. 2003. Технология активной экологической защиты (АЭЗ) молоди гидробионтов естественного и искусственного воспроизводства // Водные биоресурсы России: решение проблем их изучения и рационального использования. Науч.— практ. конф. Тез. докл. Москва, 11.09.2003 г. М.: Изд-во ВНИРО. С. 49–51.
- Воловова Л. А., Красюк В. В. 2004. Способ создания местообитания и адаптации молоди объектов аквакультуры в водных экосистемах. Патент РФ № 2236124 от 20.09.2004. Бюл. № 26.
- Воловова Л. А., Красюк В. В. 2006. Экологическая безопасность воспроизводства водных биоресурсов: задачи и проблемы экозащитного конструирования зон управляемой продуктивности // Повышение эффективности использования водных

- биологических ресурсов. I Межд. науч. — практ. конф. Мат. конф. (1–2 ноября 2006 г., г. Москва, ВВЦ). М.: Изд-во ВНИРО. С. 118–119.
- Воловова Л. А., Шабалин В. Н., Питк А. А. 1986. Способ возврата рыб на локальную акваторию при их выращивании. А.с. 1261598 СССР. Открытия, изобретения № 37.
- Герасимов В. В. 1983. Эколого-физиологические закономерности стайного поведения рыб. М.: Наука. С. 124.
- Долгих М. Г., Воловова Л. А., Миттелло А. В. 2013. Акватории управляемого нагула рыб — особенности создания и перспективы использования // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов Европейского Севера: Мат. XXIX Межд. конф. (Мурманск, 27–29 марта 2013 г., ПИНРО, ПетрГУ). Мурманск: ПИНРО. С. 48–57.
- Евин И. А. 2004. Модели ассоциативной памяти и распознавания образов // Искусство и синергетика. М.: Едиториал УРСС. С. 79–115.
- Кривцов В. Ф. 2001. Новая концепция товарного рыбодоводства // Пресноводная аквакультура. ВНИ-ЭРХ. Вып. 2. С. 3–25.
- Лещёва Т. С. 1980. Некоторые стороны опосредованного обучения рыб в группе // Экологические основы управления поведением животных. М.: Наука. С. 57–64.
- Лещёва Т. С., Жуйков А. Ю. 1989. Обучение рыб: экологические и прикладные аспекты. М.: Наука. 109 с.
- Михеев В. Н. 2006. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. М.: Наука. 192 с.
- Павлов Д. С. 1992. Подход к охране редких и исчезающих рыб // Вопросы ихтиологии. Т. 32. Вып. 5. С. 3–19.
- Поддубный А. Г. 1988. Теория локальных стад рыб как основа управления рыбопродуктивностью внутренних водоёмов // Труды ИБВВ. Т. 55 (58). С. 142–163.
- Радаков Д. В. 1961. Об особенностях оборонительного поведения стай некоторых пелагических рыб // Тр. ИМЖ АН СССР. Вып. 39. С. 47–70.
- iridescent trout by means of hydroacoustic incentives]. М.: VNIRO. S. 28.
- Volovova L. A., Krasnyuk V. V. 2003. Tekhnologiya aktivnoj ehkologicheskoy zashchity (AEHZ) molodi gidrobiontov estestvennogo i iskusstvennogo vosproizvodstva [Technology of active ecological protection (AEP) of hydrobionts' juveniles of natural and artificial reproduction] // Vodnye bioresursy Rossii: reshenie problem ih izucheniya i racional'nogo ispol'zovaniya. Nauch. — prakt. konf. Tez. dokl. Moskva, 11.09.2003 g. М.: Izd-vo VNIRO. S. 49–51.
- Volovova L. A., Krasnyuk V. V. 2004. Sposob sozdaniya mestoobitaniya i adaptacii molodi ob»ektov akvakul'tury v vodnyh ehkosistemah [Method of aquaculture juveniles' habitat and adaptation creation in aquatic ecosystems]. Patent RF № 2236124 ot 20.09.2004. Byul. № 26.
- Volovova L. A., Krasnyuk V. V. 2006. Ekologicheskaya bezopasnost' vosproizvodstva vodnyh bioresursov: zadachi i problemy ekozashchitnogo konstruirovaniya zon upravlyаемoy produktivnosti [Ecological safety of aquatic living resources reproduction: designing of environmentally protected zones] // Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya vodnyh biologicheskikh resursov. I mezhd. nauch. — prakt. konf. Mat. konf. (1–2 noyabrya 2006 g., Moskva. VVTs). М.: Izd-vo VNIRO. S. 118–119.
- Volovova L. A., Shabalin V. N., Pitk A. A. 1986. Sposob vozvrata ryb na local'nuyu akvatoriyu pri ih vyrashchivani. [A way of return of fishes on the local water area at their cultivation]. А.с. 1261598 SSSR. Otkrytiya, izobreteniya № 37.
- Gerashimov V. V. 1983. Ehkologo-fiziologicheskie zakonomernosti stajnogo povedeniya ryb [Ecological and physiological patterns of schooling behavior of fish]. М.: Nauka. 124 s.
- Dolgih M. G., L. A. Volovova, A. V. Mititello. 2013. Akvatorii upravlyаемого nagula ryb — osobennosti sozdaniya i perspektivy ispol'zovaniya [Water areas of fish feeding — creation features and usage prospects] // Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennih vodoemov Evropejskogo Severa: Mat. XXIX mezhd. konf. (Murmansk, 27–29 marta 2013 g., PINRO, PetrGU). Murmansk: PINRO. S. 48–57.
- Evin I. A. 2004. Modeli associativnoj pamyati i raspoznavaniya obrazov [Models of associative memory and pattern recognition] // Iskusstvo i sinergetika. М.: Editorial URSS. S. 79–115.
- Krivcov V. F. 2001. Novaya koncepciya tovarnogo rybovodstva [New concept of commercial fish breeding] // Presnovodnaya akvakul'tura. VNIHRKH. Vyp. 2. S. 3–25.

REFERENCES

- Volovova L. A. 2016. Upravlenie nagul'nymi migrაციyami raduzhnoj foreli (o. Saaremaa, Baltika) [Management of coast rainbow trout feeding migrations (Saaremaa Island, Baltic Sea)] // Trudy VNIRO. T. 161. S. 140–150.
- Volovova L. A., Krasnyuk V. V. 1987. Metodicheskie rekomendatsii po upravleniyu morskim nagulom i otlovom raduzhnoj foreli pri pomoshchi gidroakusticheskikh stimulov [Methodical recommendations about management of sea fattening and catching of an

- Leshchyova T. S.* 1980. Nekotorye storony oposredovannogo obucheniya ryb v gruppe [Some parties of fish group indirect training] // *Ehkologicheskie osnovy upravleniya povedeniem zhitvotnyh*. M.: Nauka. S. 57–64.
- Leshchyova T. S., Zhujkov A. Yu.* 1989. Obuchenie ryb: ehkologicheskie i prikladnye aspekty [Fish training: environmental and applied aspects]. M.: Nauka. S. 109.
- Miheev V. N.* 2006. Neodnorodnost' sredi i troficheskie otnosheniya u ryb [Inhomogeneity of the environment and trophic relations in fish.]. M.: Nauka. 192 s.
- Pavlov D. S.* 1992. Podhod k ohrane redkih i ischezayushchih ryb [Approach to the protection of rare and endangered fish.] // *Voprosy ihtiologii*. T. 32. Vyp. 5. S. 3–19.
- Podubnyj A. G.* 1988. Teoriya lokal'nyh stad ryb kak osnova upravleniya ryboproduktivnost'yu vnutrennih vodoyomov [Theory of fish local stocks as basis of fish productivity management in inland water bodies] // *Trudy IBVV*. T. 55 (58). S. 142–163.
- Radakov D. V.* 1961. Ob osobennostyah oboronitel'nogo povedeniya staj nekotoryh pelagicheskikh ryb [Features of some pelagic fish shoal defensive behavior] // *Tr. IMZH AN SSSR*. Vyp. 39. S. 47–70.

Поступила в редакцию 05.06.2017 г.

Принята после рецензии 15.8.2017 г.

Prospects of controlled fish reproduction in inland water bodies: natural modeling

L. A. Volovova, M. G. Dolgikh, N. G. Klyuchareva, A. V. Mititello

Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The article presents bio-environmental reasoning of prospects for farm juveniles outflow control and its feeding ground as a part of local ichthyocenosis. There has been worked out methodological methods of local feeding ground community control in natural conditions of multicultural water bodies objects. Results of creation of local fish pasturable community control technology in nature fishery water bodies have been analyzed. It was proved, that technology based on conditioned-reflex fish training in industrial or natural conditions forms fish steady territorial feeding behavioral complex in controlled water bodies. This technology usage by means of stimulus feeding behavior continuity provides space-time stability of pasturable community, as well as assist in higher juveniles safety and survival level, as well as increase of aquatic living resources stocks.

Key words: adaptational water body, sound stimulus, conditioned-reflex fish training, controlled feeding ground, reef complex.