

© И. С. МУХАЧЕВ, М. М. МЕДВЕДЕВ

*Тюменский государственный университет,  
Fishmis@mail.ru, aquacom72@gmail.com*

УДК 631.3

**ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИВНОГО РЫБОВОДСТВА  
НА ОЗЕРАХ ЗАМОРНОГО ТИПА**

**DEVELOPMENT OF AN INTENSIVE FISH BREEDING TECHNOLOGY  
IN LAKES WITH OXYGEN DEFICIT**

*В Тюменской, Челябинской, Курганской областях происходит модернизация озерного пастбищного рыбоводства. Экономическая суть модернизации состоит в последовательном увеличении улова выращиваемой рыбы. Товарная рыбопродуктивность озер заморного типа в случае внедрения инновационной технологии увеличивается с 20-30 до 160-200 кг/га в год, что при масштабном государственном подходе может существенно укрепить продовольственную безопасность региона. Например, специалисты Сладковского товарного рыбоводческого хозяйства Тюменской области в 2008 г. приступили к внедрению новых технологий. Здесь прежде, на 11 тыс. га озер заморного типа, эксплуатируемых по традиционной промысловой схеме, улов составлял всего 70-80 т, или в среднем менее 10 кг/га. Спустя 7 лет — в 2014 г. — общий улов выращиваемой рыбы (сиговые, карп, судак, щука, растительоядные) превысил 1,1 тыс. т, или в среднем 100 кг/га, а включая туводную рыбу — карася — 110 кг/га.*

*Системность в освоении интенсивных технологий рыбоводства демонстрирует ООО «Рыбозавод Балык» Кунашакского района Челябинской области, за которым закреплено 8 тыс. га озер (40% от имеющихся в районе). На основе внедрения рекомендованных технологий специалисты хозяйства ежегодно выращивают в среднем 130-140 кг/га, при максимальных 180-230 кг/га. Основу улова, или 70-75%, теперь составляет крупная рыба двух-трехлетнего нагула, а прежде улов состоял из местного малоценного карася и небольшого количества товарных сеголеток сиговых рыб. Прогрессивные технологии сочетают: выращивание поликультуры с обеспечением аэрации воды зимой, проведением в летне-осеннее время 2-3-кратного рыхления донных отложений озер для ускорения биотического функционирования пищевой цепи кормовых для рыб организмов, направленному формированию кормовой базы путем масштабных вселений рачка-гаммаруса.*

*Благодаря данным междисциплинарных научных исследований по гидрохимии, биогеохимии, микробиологии, биохимии, гидробиологии, ихтиологии и других наук объективно установлено, что процессы «рециклинга» и «микробной петли» в водоемах создают устойчивое развитие биопродукционного процесса в соответствии свойств явления сестайнинга. Довольно четко это проявляется в озерах заморного типа.*

Процессы кругооборота органического вещества в озерах с ростом продуктивности увеличиваются и ускоряются, что и позволяет включить в естественную систему дозированные мелиоративные механизмы, благодаря чему можно добиться самоподдержания продукционной системы на оптимальном уровне рыбоводного процесса.

Крупнейший естественный ресурс для производства товарной рыбы в промышленных масштабах представляют озера Урала и Западной Сибири. В пределах Западно-Сибирской равнины от Урала до Енисея общая акватория озер составляет 8,7 млн га, из них пригодно для внедрения интенсивных технологий выращивания рыбы порядка 1 млн га.

Currently, one can observe the modernization of lake pasturable fish breeding in the Tyumen, Chelyabinsk, and Kurgan regions. The economic gist of modernization consists in the consecutive increase in the catch of grown-up fish. The commodity efficiency of lakes with the deficit of oxygen in the case of the introduction of innovative technologies increases from 20-30 to 160-200 kg/hectare a year, which, with a large-scale governmental approach, can significantly strengthen the food security of the region. For instance, the year 2008 saw the introduction of new technologies by the Sladkovsky commodity fish enterprise (Tyumen region). Previously, the catch by this enterprise only made 70-80 t, or on average less than 10 kg/hectare, per 11 thousand hectares of the lakes of the type with diffitsity oxygen (as operated according to the traditional trade scheme). Seven years later, in 2014, the general catch of the grown-up fish (Coregonidae, the carp, the pike perch, the pike, herbivorous species) exceeded 1,1 thousand tons, on average 100 kg/hectare, or, including the nonmigratory crucian, 110 kg/hectare.

The systematic development of intensive technologies of fish breeding is shown by the JSC Rybozavod Balyk of the Kunashaksky region of Chelyabinsk region, to which the 8 thousand hectares of lakes are assigned (40% of the lakes available in the area). Based on the introduction of the recommended technologies, the enterprise annually bred 130-140 kg/hectare on average, the maximum being 180-230 kg/hectare. The basis of the catch, or 70-75%, are made now by large fish of a two/three-year pasture, while previously the catch used to consist of the local low-value crucian and a small amount of commodity fingerlings of the Coregonidae. The breakthrough technologies involve the cultivation of the polyculture with ensuring aeration of water in the winter as well as the 2-3-fold loosening of ground deposits of lakes during the aestivo-autumnal time in order to accelerate the biotic functioning of the food chain of fish fodder, to the directed formation of food supply by large-scale settlement of the Gammarus.

Thanks to the data of the interdisciplinary research on hydrochemistry, biogeochemistry, microbiology, biochemistry, hydrobiology, ichthyology, it is revealed that the processes of "recycling" and "microbic loop" in reservoirs create a sustainable development of bioproductional processes as consistent with the properties of the phenomenon of "sustaining". The illustration is the case of lakes of the type with diffitsity oxygen.

With the growth of productivity, the processes of circulation of organic substance in lakes are increasingly accelerated, which allows to include the dosed meliorative mechanisms into the natural system. Thanks to that, the self-maintenance of the production system may be attained at an optimum level of the fish-breeding process.

The largest natural resource for commercial production of commodity fish is represented by the lakes of the Urals and Western Siberia. Within the West Siberian plain from the Urals to the Yenisei, the general water area of lakes makes 8,7 million hectares, of which about 1 million hectares are suitable for the introduction of intensive technologies of fish cultivation.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Управление рыбопродуктивностью озер заморного типа, разработка методов увеличения улова.

**KEY WORDS.** Management of fish efficiency of lakes of the type with diffitsity oxygen, development of methods of increase in a catch.

**Актуальность проблемы.** Для отечественной аквакультуры важной задачей современного периода является ускорение развития всех направлений товарного рыбоводства, что аргументировано государственными документами: «Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года» и Федеральный закон № 148 «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Главная цель руководящих документов — мобилизация участников рыбоводного производства по надежному обеспечению населения страны с различным уровнем доходов широким и качественным ассортиментом рыбопродукции.

Этой задаче в полной мере соответствует товарное рыбоводство на местных водоемах областей и районов нашей страны, обладающих значительным водным фондом. Благодаря его масштабному развитию в сравнительно короткие сроки можно создать реальные предпосылки для продовольственной безопасности территорий с наличием озер и других водоемов. Понятие «продовольственная безопасность» — **F.S.-food security** [1] появилось недавно и обусловлено возникновением острого дефицита продуктов питания в ряде стран и регионов современного мира.

Крупнейший естественный ресурс для производства товарной рыбы в промышленных масштабах представляют озера Урала и Западной Сибири. В пределах Западно-Сибирской равнины от Урала до Енисея общая акватория озер составляет 8,7 млн га [2]. В ландшафте Западно-Сибирской равнины 5,4-5,5 млн га озер, или 60-65%, относится к заморному типу водоемов, т. е. с ежегодно либо периодически возникающим дефицитом кислорода в воде. По составу рыбного населения и ихтиологической классификации озера с ежегодными заморами являются карасевыми. Озера с возникновением острого дефицита кислорода в воде зимой раз в 9-15 лет представлены плотвично-окуневым ядром ихтиоценоза. На этих озерах среднестатистические многолетние уловы местной рыбы (караси, плотва, окунь, щука) составляют от 8-10 до 20-30 кг/га.

### Тенденции развития товарного озерного рыбоводства

Практика проведения технико-мелиоративных и рыбоводных работ в 1960-1970-х гг. на озерах заморного типа в пределах Челябинской, Курганской, Тюменской областей, включаемых в рыбоводные управляемые хозяйства, позволила создать ряд технологий, обеспечивающих ежегодные уловы выращиваемой рыбы (сиговые, карп и др.) на основе однолетнего нагула по 30-100 кг/га [3].

На основе нашего сотрудничества с рыбхозами Тюменской, Челябинской, Курганской областей по внедрению современных инновационных разработок [4-8] пользователи озер Зауралья стали довольно стабильно выращивать поликультуру со значительно большими ежегодными показателями рыбопродуктивности — по 180-200-250 кг/га [9], причем тенденция к повышению рыбопродуктивности местных водоемов на основе технико-мелиоративных и рыбоводных технологий становится устойчивой [10].

В частности, специалисты СТРХ — Сладковского товарного рыбоводческого хозяйства — буквально с «нуля» достигли ощутимых результатов. По нашей рекомендации к восстановлению рыбхоза приступили в 2008 г. Весь годовой улов местной рыбы — серебряного и золотого карася на 11 тыс. га озер заморного типа составил всего 70 т. Спустя 7 лет — в 2014 г. общий улов выращиваемой

рыбы (сиговые, карп, судак, щука, растительоядные) превысил 1,1 тыс. т, или в среднем 100 кг/га, а включая карася — 110 кг/га. Показатели улова выращиваемой рыбы на мелиорируемых озерах достигают 160-180 кг/га в год.

Системность в освоении и внедрении интенсивных технологий рыбоводства показывает ООО «Рыбозавод Балык», что убедительно иллюстрирует итоговый результат — вылов выращенной рыбы.

В 1970-1990-е гг. весь Кунашакский район Челябинской области, располагающий 19 тыс. га эвтрофных лесостепных озер, вылавливал 600-700 т рыбы, включая выращиваемых 200-250 т товарных сеголеток пеляди, то в настоящее время (2010-2014 гг.), лишь одно предприятие — ООО «Рыбозавод Балык», за которым закреплено 8 тыс. га озер (40% от имеющихся в районе), на основе наших научных разработок ежегодно выращивает 700-900 т крупной рыбы двух-трехлетнего нагула дополнительно к вылову местной рыбы по 15-25 кг/га. Средняя рыбопродуктивность достигла 120-140 кг/га, при максимальных 180-230 кг/га. Стабильный рост рыбопродуктивности озер ООО «Рыбозавод Балык» происходит потому, что работники предприятия освоили и внедряют рекомендованные нами прогрессивные технологии выращивания поликультуры в сочетании с двух-трехкратным рыхлением донных отложений озер в августе-сентябре для ускорения функционирования пищевой цепи кормовых для рыб организмов в процессе рециклинга органики [11-13], аэрации воды зимой, направленному формированию кормовой базы путем масштабных вселений рачка-гаммаруса и внесения органических удобрений.

Динамика роста рыбопродуктивности объективно представлена на примере эксплуатации оз. Тишки (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика уловов рыбы в оз. Тишки (2550 га) Кунашакского района  
Челябинской области, кг/га**

Рыба	Годы							
	1958-1965*	1966-1970*	1971-1998*	1999-2000*	2001-2005*	2006-2012*	2013	2014
Карась	19,0	21,0	12,0	9,0	21,0	10,0	8,0	11,0
Пелядь	-	24,0	36,0	66,0	85,0	115,0	118,0	121,0
Карп	-	-	-	-	10,0	99,0	85,0	90,0
Р/ядн	-	-	-	-	-	2,0	4,0	5,0
<b>Всего</b>	<b>19,0</b>	<b>45,0</b>	<b>48,0</b>	<b>78,0</b>	<b>116,0</b>	<b>226,0</b>	<b>215,0</b>	<b>227,0</b>

\* — среднегодовые уловы за указанный период

Озеро Тишки по генезису — водно-эрозионное, возникшее в древнеозерной впадине. Котловина озера выполнена мощными песчаными отложениями овальной формы. Площадь озера составляет 2550 га, максимальная глубина — 4,2 м, средняя — 2,4 м, водоем бессточный замкнутый. Берега пологие, поросшие густой высшей растительностью (тростник, осока), в срединной части озера много мягкой растительности — рдесты, роголистник. Ил черный сапропелевый толщиной 0,3-0,6 м. Вода характеризуется как высокоминерализованная сложного

хлоридно-сульфатно-магниевого состава с динамикой суммы ионов в диапазоне 2,9-6,1 г/дм<sup>3</sup>, что обусловлено степенью водности территории ландшафта [14]. В связи с проявляющимся дефицитом кислорода в воде зимой естественный ихтиоценоз представлен золотым и серебряным карасем. До середины 60-х гг. Кунашакский рыбхоз на оз. Тишки вел промысел карася со среднегодовым статистическим уловом 19 кг (табл. 1). С 1966 г. в озеро периодически стали вселять личинок озерной пеляди в количестве 1,8-2,0 тыс. шт./га, а среднегодовой улов товарных сеголеток массой 120-130 г составлял от 20 до 40 кг/га, что объективно соответствовало водоему третьей зоны озерного рыбоводства со стабильным развитием зоопланктона в вегетационный период в пределах 3-4 г/м<sup>3</sup>.

Наш эколого-рыбохозяйственный анализ показателей водоема и экстенсивной системы ведения хозяйства в 1998-1999 гг. позволил выявить резервы для существенного повышения рыбопродуктивности озера. Согласно научным рекомендациям, специалисты ООО «Рыбозавод Балык» стали вселять в озеро жижестойкую молодь карпа в соответствии с зональной научно обоснованной нормой, небольшое количество годовиков белого амура и белого толстолобика, а количество вселяемых личинок сиговых рыб (пелядь, пелчир) увеличили до 3,5-4,0 тыс. шт./га. Увеличение плотности посадки сиговых обусловлено внедрением в практику текущей мелиорации 2-3-кратного рыхления донных отложений в августе-сентябре. Для рыхления ила на глубину 30-40 см ООО «Рыбозавод Балык» сконструировал агрегат, используя наши рекомендации [5]. Зимой в годы пониженной водности в январе-марте при падении концентрации кислорода до 2,5-3 мг/дм<sup>3</sup> на водоеме устанавливают 2-3 аэрационных устройства.

Таким образом, квалифицированное систематическое проведение технической мелиорации и существенное увеличение плотности посадки молоди поликультуры позволило стабильно увеличить уловы товарной рыбы до 250 кг/га в год и более (табл. 1). Точную величину общего улова назвать трудно, потому что на этом озере в период открытой воды ежедневно находилось от 100 (в нерабочие дни) до 2-3 тысяч в выходные дни рыболовов-удильщиков, зачастую бесконтрольно вылавливающих разновозрастного карпа.

По нашим расчетам, опираясь на биопродукционные показатели растительных и животных организмов озера, общие уловы могут быть реально увеличены до 350-400 кг/га в год. Это возможно при оказании помощи административных органов усилить охрану рыбы (прежде всего, карпа) от расхитителей, а также системно проводить нормативные посадки молоди белого амура и белого толстолобика (которого пока очень мало в регионе УрФО).

Озеро Суерское расположено вблизи от районного центра Лебяжье Курганской области и представляет типичный водоем Западно-Сибирской равнины в пределах ландшафта Тоболо-Ишимского междуречья. По ихтиологической классификации относится к карасевому типу, но в маловодные годы при концентрации солей до 10 г/дм<sup>3</sup> воспроизводство карася прекращается. Водосборная площадь в большей мере представлена пастбищами и лугами. Питание озера происходит за счет внешнего паводка, атмосферных осадков и подземного стока. Преобладающие глубины — 2 м, а максимальная — 3,5 м. Отложения ила в центральной части водоема достигают 50 см. По уровню развития зоопланктона и зообентоса относится к высококормным.

Пример рыбохозяйственной эксплуатации оз. Суерского карасевого ихтиологического типа интересен тем, что с 70-х гг. прошлого столетия по 2012 г. водоем

эксплуатировался по обычной экстенсивной технологии однолетнего сиговодства: весной вселяли нормативное для карпо-сиговой зоны количество личинок пеляди (в среднем 2 тыс. шт./га), а осенью отлавливали товарных сеголеток массой 80-100 г с приловом туводного карася. В среднем за последние 15 лет в оз. Суерское промысловый улов товарных сеголеток пеляди составил 21 кг/га. С 2013 г. пользователем оз. Суерское оформлено ООО «Сибирская тема». Этот рыбхоз на протяжении многих лет больше всех выращивает сиговых и карпа в составе рыбохозяйственных предприятий Курганской области.

На основе наших исследований было рекомендовано внедрить на данном водоеме элементы интенсивного товарного рыбоводства, состоящих в следующем:

- проведении рыхления донных отложений — 3 раза с начала августа по начало октября на 70-75% акватории, благодаря чему кормность по зоопланктону возрастет в 2-2,5 раза; по бентосу — на 25-40%;
- ежегодном вселении весной в озеро нормативного количества личинок пеляди и годовиков карпа;
- использовании на западной части озера вблизи поселка и линии ЛЭП, начиная с декабря, двух экономичных турбоаэраторов мощностью 2-3 кВт, обеспечивающих вначале концентрацию выращенной рыбы, а затем — интенсивный отлов товарной продукции;
- периодическом осуществлении из близрасположенных малых безрыбных озер концентрированных посадок рачка-гаммаруса (бокоплава) по 2-3 т, являющегося кормовым биоресурсом водоемов лесостепной зоны Зауралья.

На основе вселения личинок пеляди и пелчира по 4 тыс. шт./га весной 2014 г. на оз. Суерское и трехкратного рыхления ила в августе-сентябре, стимулирующего развитие зоопланктона, вырастили по 110 кг/га ценной сиговой рыбы дополнительно к улову карася по 20 кг/га. Товарные сеголетки пеляди и пелчира к началу октября достигли средней массы 150 г, а ежесуточные уловы сиговых в три ставных невода составляли 15-25 т. Одновременно произошел ощутимый ущерб сиговодству, поскольку весьма большое количество сиговой рыбы было съедено стаями бакланов и пеликанов, ежедневно залетающих с соседних водоемов Казахстана, где нет промышленного сиговодства. Карп, вселение годовиков которого осуществлено вместе с сиговыми, не достиг товарных размеров и будет отлавливаться впоследствии по достижении массы 1,3-1,5 кг/шт. Сигово-карповая поликультура может быть дополнена белым амуром и белым толстолобиком, что объективно гарантирует на оз. Суерское ежегодное производство товарной рыбы высокого гастрономического качества и составит не менее 250-300 кг/га.

#### ***Научный базис рыбохозяйственных мелиораций и интенсивной формы рыбоводства***

Научное биоэкологическое обоснование возможности повышения выхода товарной рыбы из озер в расчете на акваторию 1 га обусловлено наличием фундаментальных исследований по биопродуктивности континентальных и морских водоемов. В настоящее время благодаря данным междисциплинарных исследований по гидрохимии, биогеохимии, микробиологии, биохимии, гидробиологии, ихтиологии и других наук объективно установлено, что процессы

«рециклинга» и «микробной петли» [11-13] в системе «вода — донные осадки» [15; 16] озер создают устойчивое развитие биопродукционного процесса [17] в соответствии свойств явления сестайнинга [18; 19].

Процессы кругооборота органического вещества в озерах с ростом продуктивности увеличиваются и ускоряются [17], что и позволяет включить в естественную систему дозированные мелиоративные механизмы, благодаря чему можно добиться самоподдержания продукционной системы на оптимальном уровне рыбоводного процесса.

Впервые идея о необходимости рыхания и аэрации донных отложений озер заморного типа была предложена заведующей лабораторией гидробиологии СибНИИРХ В. С. Юхневой [20; 21]. В соответствии с научным биологическим обоснованием институтом СибрыбНИИпроект была создана серия мелиоративных агрегатов по рыхлению ила и аэрации воды, работающих в период открытой воды и в подледном режиме. Все исследования и производственные эксперименты систематически обсуждались с ведущими академическими НИИ того времени. Именно эти материалы послужили основой для модернизации техники по рыхлению ила и внедрению прогрессивной технологии в практику товарного рыбоводства [5; 22].

Аналитическое обобщение данных практики становления и развития пастбищного рыбоводства в Зауралье [3-6; 8; 9; 23; 24] позволило обосновать интегральный показатель рыбопродуктивности озера — **актуальный бонитет**. Его объективное определение дает возможности для комплексной мелиорации озера в соответствии с расчетом **потенциального бонитета** [24] на основе биопродукционного процесса [11; 12; 17] в водоемах. Для определения актуального бонитета озера составлена бонитировочная 100-балльная шкала [24, с. 132-135], благодаря которой фактические эколого-рыбохозяйственные показатели исследуемого озера оцениваются, и на этой основе рассчитывается балльный класс современного бонитета водоема и разрабатываются пути мелиоративно-рыбоводного преобразования озера. Базисом для прогрессивной практики являются итоги определения бонитета озера. На его основе осуществляют необходимые мелиорации экосистемы озера, комплекс рыбоводных работ, завершающихся быстрым и экономичным отловом выращенной рыбы [25]. Именно в такой последовательности поступают крупные рыбхозы по внедрению научных разработок. У мелких предприятий по выращиванию озерной рыбы комплексный системный подход отсутствует, следовательно и итоговые показатели существенно меньше, чем в крупных районных рыбхозах региона Зауралья.

#### **Перспективы развития товарного рыбоводства в регионе**

Сотрудничество с рыбхозами, внедряющими инновационные разработки по интенсификации товарного озерного рыбоводства [4-7; 25] объективно иллюстрирует возможность ускоренными темпами преобразовать многие сотни тысяч гектаров озер Западно-Сибирской равнины в продуктивную «голубую ниву». Данная перспектива развития товарного рыбоводства рыбохозяйственной наукой давно обозначена [3].

В качестве плацдарма первоочередной производственной базы для развития товарного интенсивного рыбоводства в пределах УрФО рыбохозяйственная наука региона считает пригодными порядка 1 млн га озер (табл. 2).

Таблица 2

**Озерный фонд УрФО, пригодный для использования в качестве производственной базы интенсивного товарного рыбоводства**

<i>Административная территория</i>	<i>Озерная акватория, пригодная для интенсивной формы товарного рыбоводства, тыс. га</i>
Тюменская область	240,0
Свердловская область	40,0
Челябинская область	180,0
Курганская область	230,0
ХМАО-Югра	400,0
Всего	1090,0

Внедрение рыбхозами современных технологий по мелиоративной подготовке озер для выращивания товарной рыбы методом поликультуры, в сочетании с применением технических средств по стимулированию развития естественной кормовой базы, позволяет ежегодно получать 150-180-230 кг/га. При обеспечении местных рыбхозов региона молодью сигово-карповой поликультуры быстрорастущих объектов из зональных рыбопитомников, включая белого амура и белого толстолобика, средними (обычными) могут быть уловы в 300-350 кг/га в год.

Анализ научных материалов и результатов их внедрения в практику озерного товарного рыбоводства позволяет сделать следующие выводы:

1. Прогрессивным развитием товарного озерного рыбоводства способны заниматься крупные хозяйства, располагающие нагульными акваториями порядка 5-10 тыс. га. У них есть все возможности для внедрения интенсивных форм рыбоводства и мелиоративного обустройства озер. Небольшие рыбхозы, имеющие менее 1 тыс. га, целесообразно интегрировать в районные кооперативы, что повысит их заинтересованность во внедрении прогрессивных технологий.

2. Энерговооруженность озерного рыбоводства должна соответствовать цели повышения производительности труда и интенсификации производства на каждом водоеме и товарном хозяйстве, что позволит использовать на практике процесс ускорения биотического круговорота в озерах заморного типа и увеличения производства товарной «экологически чистой» рыбы на основе самовозобновляемой естественной кормовой базы.

3. Современные интенсивные технологии выращивания рыбы в озерах заморного типа — объективная основа для прогресса озерного рыбоводства рыбхозов УрФО и СибФО.

Для создания системы и нормативов пастбищного рыбоводства с применением рыхления донных отложений необходимо провести комплексные исследования по динамике трансформации компонентов осадков в первичную и вторичную продукцию для рыб — фитофагов и зоофагов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Braun L. Facing Food Insecurity // State of World. 1994. A Worldwatch institute Report on Progress. Toward a Sustainable Society. New York, London: W. W. Norton & Company. 1994. Pp. 177-197.
2. Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева А. И. Реки и озера СССР. Справочные данные. Л., 1971. 104 с.
3. Мухачев И. С., Бурдиян Б. Г., Кугаевская Л. В. Опыт товарного рыбоводства в озерах Тюменской и соседних областей. М.: ЦНИИТЭИРХ, 1977. 100 с.
4. Mухачев I. S., Gunin A. P. A review of the production of cultivated whitefishes (*Coregonus* spp.) in the Ural and West Siberia/Arch. Hydrobiology. Spes. Issues. Advance. Limnology. 2002. № 57. Pp. 171-181.
5. Мухачев И. С., Слинкин Н. П. Устройство для рыхления донных отложений. Патент на изобретение РФ № 2221104. 10.01.2004.
6. Мухачев И. С., Слинкин Н. П., Чудинов Н. Б. Новые подходы к развитию товарного рыбоводства в Зауралье // Рыбное хозяйство. 2006. № 3. С. 59-63.
7. Слинкин Н. П., Мухачев И. С., Туруханских Н. А. Способ аэрации воды, концентрации и лова рыбы. Патент на изобретение РФ № 2286672. 10.11.2006.
8. Мухачев И. С. Отчет о НИР «Комплексное эколого-рыбохозяйственное изучение озер Курганской области». Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2004. 207 с.
9. Шапошников В. В., Елецкая Л. И. Мониторинг общих уловов аборигенной и выращиваемой рыбы по Челябинской области за 2008-2012 годы // Проблемы и перспективы развития рыбоводства на Урале: материалы научно-практ. конф., посвященной 100-летию создания Аракульского рыбоводного завода и развитию товарного сиговодства в Челябинской области 26-27 сентября 2013. Челябинск: Центр научного сотрудничества, 2013. С. 58-67.
10. Мухачев И. С. Повышение рыбопродуктивности — тенденция развития озерного рыбоводства Зауралья // Рыбное хозяйство. 2014. № 6. С. 49-54.
11. Бульон В. В. Структура и функция микробальной «петли» в планктоне озерных экосистем // Биология внутренних вод. 2002. № 2. С. 5-14.
12. Бульон В. В. Влияние первичной продукции планктона на рыбопродуктивность естественных водоемов // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург: УГГА, 2003. С. 67-70.
13. Копылов А. И., Косолапов Д. Б. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск: КнигоГрад, 2011. 332 с.
14. Андреева М. А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд., 1973. 270 с.
15. Мартынова М. В. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ. М.: Наука, 1984. 160 с.
16. Мизандронцев И. Б. Химические процессы в донных отложениях водоемов. Новосибирск: Наука, 1990. 175 с.
17. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2001. 147 с.
18. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Сценарий перехода к устойчивому развитию // Экология и жизнь. 2002. № 5. С. 31-38.
19. Миркин Б. М., Хазиев Ф. Х., Хазиахметов Р. М. Сестайнинг агросистем: история, концепция, конструктивный подход. Препринт. Уфа: Баш НЦ УрО РАН, 1992. 36 с.
20. Юхнева В. С. Заморные явления в озерах и меры их предупреждения // Отчетная сессия уч. Совета ГосНИОРХ по итогам работы 1968 г.: Тезисы докл. Л., 1969. С. 94-96.

21. Юхнева В. С., Уварова В. И. Донные отложения и кислородный режим озер // Тезисы докладов к научно-практ. конф. СибрыбНИИпроект по развитию Тюменского рыбохозяйственного комплекса. Тюмень, 1975. С. 106-107.
22. Слинкин Н. П., Мухачев И. С. Устройство для рыхления донных отложений. Патент на полезную модель РФ № 118322. 20.07.2012.
23. Глазатов В. К. Рыбоводство — эффективное направление // Опыт промышленного рыбоводства в Челябинской области. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1975. С. 3-13.
24. Мухачев И. С. Озерное товарное рыбоводство. СПб.: Лань, 2012. 400 с.
25. Слинкин Н. П. Новые методы интенсификации озерного рыболовства и рыбоводства. Тюмень: ТГСХА, 2009. 151 с.

## REFERENCES

1. Braun, L. Facing Food Insecurity // State of World. 1994. A Worldwatch institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. New York, London: W. W. Norton & Company. 1994. Pp. 177-197.
2. Domanitsky, A. P., Dubrovina, R. G., Isaev, A. I. Rivers and Lakes of USSR. A reference book. Leningrad. 1971. 104 p.
3. Mukhachev, I. S., Burdiyan, B. G., Kugayevskaya, L. V. Experience of fish rearing for sale in Tyumen lakes and nearby areas. Moscow: TsNIITEIRH. 1977. 100 p.
4. Muhachev, I. S., Gunin, A. P. A review of the production of cultivated whitefishes (*Coregonus* spp.) in Ural and West Siberia // Archive for Hydrobiology. Special Issue: Advances in Limnology. 2002. № 57. Pp. 171-181.
5. Mukhachev, I. S., Slinkin, N. P. A Device for Loosening Bottom Sediments. — The invention patent registered in the Russian Federation № 2221104. 10 January 2004.
6. Mukhachev, I. S., Slinkin, N. P., Chudinov, N. B. New approaches to development of fish rearing for sale in Trans-Urals // Fish Farm. 2006. № 3. Pp. 59-63.
7. Slinkin, N. P., Mukhachev, I. S., Turukhanskikh, N. A. A Method for Aeration of Water, Concentration of Fish and Fishing. — The invention patent registered in the Russian Federation № 2286672. 10 November 2006.
8. Mukhachev, I. S. Report on the scientific research project (NIR) "A Complex Ecological and Fish Production Study of Lakes in Kurgan Region". Tyumen: Tyumen State University. 2004. 207 p.
9. Shaposhnikov, V. V., Yelets, L. I. Monitoring of the total take of the native and grown-up fish across Chelyabinsk region in 2008-2012 // Proceedings of the scientific conference "Problems and Prospects of Development of Fish Breeding in the Urals", devoted to the 100th anniversary of creation of Arakulsky fish-breeding plant and development of a commodity cultivation of *Coregonidae* in Chelyabinsk region, September 26-27, 2013. Chelyabinsk: Tsentr Nauchnogo Sotrudnichestva. 2013. Pp. 58-67.
10. Mukhachev, I. S. Increase of fish capacity — a tendency of development of lake fish breeding in Trans-Urals // Fish Production, 2014. № 6. Pp. 49-54.
11. Bulion, V. V. Structure and function of microbial "loop" in plankton of lake ecosystems // Biology of Inland Waters. 2002. № 2. Pp. 5-14.
12. Bulion, V. V. Influence of primary production of plankton on fish capacity of natural reservoirs // Current State of Fish Breeding in the Urals and Prospects of Its Development. Yekaterinburg: UGGA. 2003. Pp. 67-70.
13. Kopylov, A. I., Kosolapov, D. B. Microbic "Loop" in Planktonic Communities of Marine and Fresh-Water Ecosystems. Izhevsk: Knigograd. 2011. 332 p.
14. Andreyeva, M. A. Lakes of Central Ural and South Ural. Chelyabinsk: Iuzhno-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1973. 270 p.
15. Martynova, M. V. Nitrogen and Phosphorus in Ground Deposits of Lakes and Reservoirs. Moscow: Nauka, 1984. 160 p.

16. Mizandrontsev, I. B. Chemical Processes in Ground Deposits of Water Reservoirs. Novosibirsk: Nauka, 1990. 175 p.
17. Alimov, A. F. Elements of the Theory of Functioning of Water Ecosystems. Pbg.: Science. 2001. 147 p.
18. Mirkin, B. M., Naumov, L. G. A scenario of transition to sustainable development // Ecology and Life. 2002. № 5. Pp. 31-38;
19. Mirkin, B. M., Haziyevev, F. H., Haziakhmetov R. M. Sustaining Agrosystems: History, Concept, Constructive Approach. Pre-print. Ufa: Bash NTs UrO RAN, 1992. 36 p.
20. Yukhneva, V. S. Fish kill phenomena in lakes and measures of their prevention // Reporting session of the Council of State Scientific Research Institute of Lake and River Fish Farming (GosNIORKh) following the results of work of 1968: Abstracts. Leningrad. 1969. Pp. 94-96.
21. Yukhneva, V. S., Uvarov, V. I. Ground deposits and the oxygen mode of lakes // Abstracts of reports for a scientific conference "SibrybNIiproekt on Development of the Tyumen Fishery Complex". Tyumen, 1975. Pp. 106-107.
22. Slinkin, N. P., Mukhachev, I. S. A Device for Loosening Bottom Sediments. — The useful model patent registered in the Russian Federation № 118322. 20 June 2012.
23. Glazatov, V. K. Cultivation of fish — the effective direction // Experience of Fish Rearing for Sale in Chelyabinsk Region. Chelyabinsk: Iuzhno-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1975. Pp. 3-13.
24. Mukhachev, I. S. Lake Fish Rearing for Sale. Saint-Petersburg: "Lan". 400 p.
25. Slinkin, N. P. New Methods of Intensification of Lake Fishery and Fish Breeding. Tyumen: TGSKhA, 2009. 151 p.

#### **Авторы публикации**

- Игорь Семенович Мухачев** — профессор кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Тюменского государственного университета, доктор биологических наук
- Михаил Михайлович Медведев** — аспирант Тюменского государственного университета

#### **Authors of the publication**

- Igor' S. Mukhachev** — professor of zoology and evolutionary animal ecology department of Tyumen State University, doctor of biological sci
- Michail M. Medvedev** — postgraduate student of Tyumen State University