

21. Толстикова А.В., Бабушкин Е.С. Сообщества клещей в составе перифитона водоемов-охладителей Среднего Урала // Вестник Тюменского государственного университета. 2005. № 5. С. 155-162.

22. Распопов И.М., Воронцов Ф.Ф., Слепухина Т.Д. и др. Роль волнения в формировании биоценозов бентоса больших озер. Л.: Наука, 1990. 114 с.

23. Кудрявцев В.М., Безгодова Е.Ю. Распределение бактерий и их численность на поверхности стеблей макрофитов // Биология внутренних вод. Информ. бюлл. ИБВВ. 1982. № 56. С. 12-16.

24. Девяткин В.Г. Формирование и продуктивность литоральных альгоценозов // Биология внутренних вод. Информ. бюлл. ИБВВ. 1981. № 51. С. 11-15.

Игорь Семенович МУХАЧЕВ —
профессор кафедры зоологии и ихтиологии
Тюменского государственного университета,
доктор биологических наук
Fishmis@mail.ru

УДК 631.6

НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ОЗЕР ЗАУРАЛЬЯ

DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL AND FISHERY REHABILITATION IN TRANS-URALS REGION LAKES

АННОТАЦИЯ. В статье дан обзор эффективности внедрения научных разработок тюменских ученых по развитию товарного озерного рыбоводства в регионе.

SUMMARY. The article reviews the efficiency of implementation of scientific approaches on the development of commercial fish farming in the regional lakes, introduced by the Tyumen scientists.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Эколого-рыбохозяйственная мелиорация озер, реабилитация озер заморного типа, технологии повышения рыбопродуктивности озер.

KEY WORDS. Ecological and fishery melioration of lakes, rehabilitation of lakes of winterkill type, technologies of fishery production increase in the lakes.

Проблема рыбохозяйственных мелиораций разнотипных водоемов России, имеющих конечную цель экологической реабилитации малопродуктивных акваторий в высокопродуктивные, обсуждается давно [1], [2], [3], [4], [5]. Они исторически тесно смыкаются с прогрессом прудового рыбоводства и проблемой управления продуктивностью естественных водоемов [6].

Фундаментальной работой того времени по биологическим основам технических видов рыбохозяйственных мелиораций, способных реабилитировать утраченные продукционные качества местных водоемов, являлась монография А.И. Березовского [3]. Под рыбохозяйственной мелиорацией он понимал группу технических мелиораций по изменению в сторону улучшения природных условий физического, химического и биологического характера (свойств) водоемов как для рационального использования возобновляемых природных ресурсов, так и вселения новых хозяйственно ценных объектов рыбного населения в целях наиболее совершенной эксплуатации этих водоемов для повышения их «урожайности».

Исходя из такого определения рыбохозяйственной мелиорации, реабилитирующей природу водоемов, ведущими в ней должны быть два направления.

Первое — это мероприятия по улучшению условий жизни (обитания) в водоемах для кормовых гидробионтов и рыбы с целью повышения продуктивности водоемов. Второе — мероприятия по улучшению условий облова водоема добывающим промыслом. Оба направления мероприятий дифференцированы на 26 вариантов [3]. Б.И. Черфас [7], поддерживая идеи А.И. Березовского и В.И. Мейснера, все виды рыбохозяйственных мелиораций, существенно меняющих status-quo водоема рекомендовал называть коренными, а мелиорации, требующие систематического повторения (действия), именовать текущими.

П.Л. Пирожников [8] с соавторами, рассмотрев основные теоретические положения и состояние дел в практическом выполнении рыбохозяйственных мелиораций на разных типах водоемов СССР, рекомендовали усилить внимание к созданию научных основ этого важного направления рыбного хозяйства. Главное, считали авторы, следует подвергнуть серьезному анализу влияние различных видов мелиораций на экологические и продукционные процессы в водоемах, а также определить экономическую эффективность мелиоративных работ. По их мнению, объектами рыбохозяйственной мелиорации должны стать водоемы, которые в силу палеогеографических или современных причин стали терять свою продуктивность, т.е. прямо указали на необходимость научного обоснования большинства озер Западно-Сибирской равнины, включая Зауралье. Одновременно на необходимость разработки научных основ мелиорации, реабилитирующих абиотическую и биотическую водную среду, предшествующей искусственному рыборазведению в естественных водоемах, включая озера, особое внимание обращал ведущий ихтиолог того времени — Г.В. Никольский [9].

В 1960-80-е гг. в Тюменской и соседних с ней областях — Челябинской, Курганской, Свердловской, Омской, — возникло и продолжает развиваться товарное озерное рыбоводство, производственной базой которого являются преимущественно эвтрофные и гиперэвтрофные мелководные озера карасевого ихтиологического типа. Обладая высокими продукционными свойствами по формированию кормовых ресурсов для всех экологических групп рыб континентальных водоемов, эти озера подвержены в зимний период возникновению острого дефицита кислорода в воде, завершающегося летальным исходом для рыбного населения, не приспособленного к существованию в напряженной деструктивной экологической среде.

Выполненные исследования [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16] на большом числе однотипных озер Зауралья и Западно-Сибирской равнины позволили выявить экологические причины и развивать в качестве основных мелиоративных рыбохозяйственных мероприятий технологии, существенно реабилитирующие («омолаживающие») экосистему озер заморного типа.

Итак, для озерного товарного рыбоводства, интенсивно развивающегося во всех субъектах УрФО (Уральского федерального округа) РФ, соответствующего физико-географическому ландшафту Зауралья, особенно в природных зонах южной тайги и лесостепи с преобладанием водоемов с дефицитом кислорода зимой, стратегическими являются следующие мероприятия:

- все технические виды мелиораций по подготовке озер к выращиванию ценной пищевой рыбы и качественному обеспечению этого процесса; среди них к числу коренных мелиораций относятся возведение дамб, плотин, дноуглубление; к текущим мелиорациям — аэрация воды, рыхление ила, выкос растительности, мелиоративный отлов малоценной рыбы активными орудиями лова;

- химические мелиорации, направленные на улучшение природной среды озер для выращиваемых рыб и кормовых организмов для них;
- биологические мелиорации — вселение поликультуры жизнестойкой молоди рыб с учетом фактора зональности и основными эколого-лимнологическими особенностями водоемов, дающими преимущественно товарную пищевую рыбу, а также способствующих увеличению численности и темпам роста хозяйственно ценных рыб при подавлении (элиминации) нежелательных тугорослых видов за счет культивирования «биомелиораторов» — быстрорастущих хищников, либо фитофагов, интенсивно поедающих водную растительность.

Естественные ихтиологические типы озер региона и их продукционные возможности в процессе применения мелиораций. В Зауралье в пределах Свердловской, Челябинской, Курганской, Тюменской областей и ХМАО-Югра среди озерного фонда с общей акваторией более 1,5 млн. га озер, имеются незаморзные (сточные и бессточные) и заморзные (сточные и бессточные) озера. Их соотношение примерно 1:6. Незаморзные озера в пределах рассматриваемого региона представлены ихтиологическими типами: окунево-плотвичные, плотвично-окуневые, щуچه-окуневые, лещовые, сиговые. Заморзные озера соответствуют карасевому ихтиологическому типу. Естественная рыбопродуктивность озер первой группы соответствует 10-25 кг/га улова в год, а второй группы — от 10-15 до 40-45 кг/га в год.

Многолетняя практика товарного рыбоводства в Зауралье показала, что биологические мелиорации, подкрепленные техническими мелиорациями, быстрее и эффективнее дают хозяйственный эффект и окупаются экономически на озерах заморного типа. В них реально вырастить в 10-15 раз больше ихтиомассы ценных рыб по сравнению с бытовавшими ранее промысловыми уловами местной рыбы на основе утилизации (усвоения) продуцируемых кормовых ресурсов озер культивируемыми вселенцами (каarp, сиговые и растительноядные рыбы, быстрорастущие хищники) с наилучшими показателями массонакопления, в отличие от карасей, голяна, верховки, ротана, плотвы, окуня, ерша и других медленно растущих рыб местных водоемов.

Сравнительные параметры экстенсивной и интенсивной форм озерного рыбоводства представлены в табл. 1.

Таблица 1

Озерный фонд УрФО, пригодный для внедрения современных технологий рыбохозяйственных мелиораций озер и производства ценной пищевой рыбы

Административная территория	Озерная акватория, пригодная для пастбищного товарного рыбоводства, тыс. га	Научно-обоснованный выход выращиваемой рыбы (улов), тыс. т в год	Показатели (кг/га) фактических уловов выращиваемой рыбы: экстенс./интенс.технологии
Тюменская область	240,0	18,0-22,0	25-40/80-360
Свердловская область	40,0	1,6-2,0	15-22/80-105
Челябинская область	180,0	8,0-10,0	35-50/150-310
Курганская область	230,0	9,0-11,0	25-40/95-190
ХМАО-Югра	400,0	7,0-10,0	15-35/60-70

Чувствительность озерных экосистем при гидротехнической мелиорации. При строительстве Казанского озерного товарного рыбхоза в 1966-1968 гг. на юго-востоке Тюменской области на 9 озерах из 20-ти, включенных в состав предприятия, были обвалованы дамбами высотой 0,6-1,0 м с устройством паводковых верховых водосбросов. За прошедший более чем 40-летний период гидротехнические устройства в многоводные годы перекрывали беспрепятственный весенний сток воды в систему р. Ишим, а также эффективно удерживали накопленный объем воды и уровень самого озера на более высоких отметках, чем это происходило в засушливые годы на соседних, но необустроенных водорегуляторах озер.

Благодаря гидротехническим сооружениям абиотические и биотические процессы были лучшими для рыбы и кормовых беспозвоночных в озерах с большими глубинами. Как правило, уловы выращиваемой рыбы были и продолжают быть на порядок выше в реабилитированных экосистемах гидротехническим методом, где происходит аккумуляция стока с водосборной площади.

Положительный фактор глубины в пределах расположенных рядом лесостепных озер с разной глубиной отмечен Г.М. Багровой [17], что обусловлено меньшими потерями тепла при испарении с поверхности глубоких озер по сравнению с мелкими и более прогреваемыми озерами. Для озер, находящихся на одной широте и достаточно близко друг от друга, но различающихся по глубине на 20-30%, наблюдаемые различия в месячных суммах эффективного излучения составляют 16-21%, а в аномальные годы могут достигать $\pm 25-28\%$. Подтверждение этому содержится в фундаментальной работе Д. Хатчинсона [18].

Различия в глубине эвтрофных озер, окружающих г. Челябинск (Первое, Второе, Смолино, Синеглазово и др.) области, подвергнутых эколого-рыбохозяйственной реабилитации, дают следующую закономерность: бывшие в недалеком прошлом озера с глубинами 2-3 м в процессе подачи значительного количества речной либо артезианской (шахтной) воды «омолаживают» экосистему, превращая ее из гиперэвтрофной заморной в эвтрофную с прекращением заморных явлений. Причем оптимальной для эвтрофного озера, с рыбохозяйственной точки зрения, становится глубина, стабильно превышающая 3,7-3,8 м [15].

Рыхление донных отложений. Рыхление донных отложений в рыбоводных прудах применяют со времен А.Т. Болотова [19], рекомендовавшего 200 лет назад мелиорировать илы во избежание снижения рыбопродуктивности рукотворных водоемов.

Идея о возможности и необходимости мелиоративного воздействия на процессы химического обмена между донными осадками и водной толщей озер и водохранилищ в различных хозяйственных целях была предметом изучения на конференции по химии пресных водоемов, проводимой Гидробиологическим институтом АН УССР в 1941 г. [20]. Необходимость детального изучения обменных процессов между этими средами, сулящими высокий хозяйственный эффект, отмечали В. Эйнзель [21] и С. Мортимер [5]. Аналогичные процессы, многократно увеличивающие естественную био- и рыбопродуктивность ряда открытых океанических акваторий, отмечают ученые-океанологи в процессе изучения явления «апвеллинга» [22].

В Тюмени изучение процесса химического обмена между донными осадками и водной толщей озер заморного карасевого типа первым провел институт СибрыбНИИпроект (прежде СибНИИРХ). На основе производственных экс-

периментов сконструированного в НИИ агрегата-рыхлителя ила «Дно» на гиперэвтрофном оз. Тангач (210 га, $H_{cp}=1,3$ м) привело к увеличению содержания кислорода и биогенных элементов в воде, усилению развития зеленых водорослей, образования первичной продукции, что в итоге многократно повысило продукцию кормового зоопланктона и зообентоса для рыб. Темп роста рыб, особенно выращиваемых, существенно возрос [23], [24], [25].

В современный период рыбохозяйственные предприятия Зауралья, занимающиеся выращиванием поликультуры ценных рыб в озерах заморного типа на основе наших научно-технологических рекомендаций [26], проявляют интерес к технологии рыхления донных отложений и совершенствуют рыхлительную технику.

Например, в ООО «Балык» Кунашакского района Челябинской области, эксплуатирующее группу типичных эвтрофных лесостепных озер карасевого типа с общей акваторией 12 тыс. га, создана мелиоративная бригада, которая в течение периода открытой воды (с июня по сентябрь) периодически от 2 до 4 раз за сезон проводит рыхление донных отложений своих озер. Агрегат представляет собой рыхлительное устройство длиной 6 м из арматурной металлической балки типа швеллер с наваренными на нее штырями-рыхлителями длиной 35-40 см в разные стороны. Катер типа БМВ с помощью троса тянет по акватории озера устройство по схеме встречных галсов, затрачивая на озеро в 250-300 га один рабочий день, и, соответственно при увеличении акватории до 800-1000 га — три рабочих дня. Благодаря рыхлению донных отложений, происходит интенсивный переход законсервированных столетиями минеральных и органических веществ ила в воду. Данный процесс был описан М.В. Мартыновой [27]. Процесс перехода веществ ила в воду осуществляется:

- в процессе диффузии из порового раствора, заключенного в объеме взмученных отложений;
- в результате десорбции обменного аммония и фосфатов с поверхности взмученных частиц;
- вследствие минерализации взмученных частиц органического вещества.

Исследованиями установлено, что при рыхлении верхнего слоя иловых отложений глубиной 20-40 см высвобождается биогенов в 3-5 раз и больше, чем их было сконцентрировано в воде. Принудительная мелиоративная мобилизация биогенов иловых отложений вызывает «эффект удобрения», что на мелиорируемых озерах заморного типа Тюменской области первой выявила Л.Д. Свистунова [28], подкрепив тем самым на практике теоретические прогнозы Л.Л. Россолимо [29].

Нашими наблюдениями установлено, что при рыхлении иловых отложений кунашакских лесостепных озер спустя 5-8 суток происходит «вспышка» интенсивного развития фитопланктона, преимущественно зеленых и протококковых водорослей, а примерно через такой же промежуток времени — численность мирного зоопланктона, в большей мере мелких форм ветвистоусых рачков, увеличивается многократно. Это подтверждает «пик» численности и биомассы искусственно созданного оптимального развития организмов зоопланктона.

Находящаяся в данном озере молодь сиговых рыб (пелядь, рипус, сиг либо их гибридные формы) в периоды благоприятного температурного режима (не выше 22-23 °С) начинает интенсивно расти. В озерах ООО «Балык» Кунашакского района, систематически (2-3 раза за период открытой воды) подвергающихся принудительному взмучиванию донных отложений и миграции растворимых форм биогенов в воду, сеголетки пеляди и других сиговых интенсивно питаются и быстро растут. В октябре они, как правило, достигают средней массы 170-200 г

(максимально 240-260 г/шт.), чего не бывает в озерах при отсутствии мелиоративного воздействия на донные отложения. В итоге рыбохозяйственники получают стабильно одних лишь сиговых рыб более 130-150 кг/га ежегодно, а общие уловы выращиваемой рыбы в варианте аэрации озер зимой и сохранении части сеголетков сиговых для нагула на второй год в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами, стали составлять 220-300 кг/га в год и более.

До 2000 г. весь Кунашакский район Челябинской области выращивал в дополнение к уловам местной рыбы всего 200-250 т сиговых однолетнего нагула. В 2004-2010 гг. уловы выращиваемой, причем преимущественно крупной рыбы, стабильно превышают 900-1200 тонн.

Эколого-рыбохозяйственный мониторинг группы лесостепных эвтрофных озер Каслинского, Кунашакского, Красноармейского районов Челябинской области с глубинами 2-3,5 м, на которых в течение 5-6 лет проводится мелиоративное рыхление донных отложений в период открытой воды, позволяет отметить следующее:

- товарная продуктивность рыб-зоопланктофагов стабильно увеличивается в 2-3 раза, а рыб-зообентофагов — на 40-70%;
- потребление кислорода в подледном режиме на минерализацию органического вещества, спродуцированного за вегетационный период, резко замедляется, что позволяет позднее включать в работу аэрационную технику (вместо начала декабря — в конце февраля);
- у рыб-бентофагов (каarp, золотой и серебряный караси) исчезает запах и привкус затхлости, что свойственно для них в естественном состоянии интенсивного зарастания дна озерной котловины мягкими макрофитами (элодея, роголистник, рдесты и др.);
- рыхление донных отложений эвтрофных и гиперэвтрофных озер заморного типа в сочетании с применением экономичной аэрационной техники позволяет вместо однолетнего нагула внедрять многолетний нагул товарной рыбы, что существенно повышает рентабельность всех мелиоративных мероприятий.

В Курганской области пользователи малых озер заморного типа (площадью 150-300 га), согласно нашим рекомендациям [26; 30] также проводят рыхление донных отложений с целью повышения их биологической и рыботоварной продуктивности. В качестве рыхлительного устройства используют такелажную цепь с размером одного звена 10-12 см и общей длиной цепи 20-25 м. Цепь крепят капроновыми поводками к двум моторным лодкам типа «Казанка» и на малой скорости параллельными галсами обтягивают всю открытую зону озера. Рыхление донных отложений происходит на глубину 15-20 см, что также способствует интенсивному развитию фитопланктона, зоопланктона, зообентоса. Темп роста культивируемых рыб соответственно возрастает.

Данная мелиорация проста и эффективна. Она найдет применение на всем озерном фонде, используемом для выращивания товарной рыбы по пастбищной технологии в лесостепной и южнотаежной природных зонах Зауралья и Западной Сибири.

Роль аэрации в озерном рыбоводстве и рыболовстве Зауралья. В современный период при организации процесса выращивания товарной рыбы в озерах заморного типа перед любым пользователем обычно возникают две проблемы:

- эффективное обеспечение зимовки рыбы при многолетнем нагуле и недопущении ее гибели от дефицита кислорода в подледном режиме водоема;
- оперативный и полный отлов выращенной рыбы по завершении ее нагула в озере.

Этой проблемой СибрыбНИИпроект, недавно преобразованный в Госрыбцентр (г. Тюмень), занимается с начала 1970-х гг. Идея предотвращения заморных явлений в озерах Зауралья и Западной Сибири имеет давнюю историю [13], [14], [31], в настоящее время созданы экономичные потокообразователи и турбоаэраторы, мощность которых вместо 40-50 кВт (агрегаты 70-х годов) составляет всего 1-3 кВт при одновременном повышении аэрирующего эффекта воды озер зимой.

Новые методы зимовки и лова выращенной рыбы с применением турбоаэраторов малой мощности положительно зарекомендовали себя и с успехом применяются на большом количестве озер заморного типа во всех административных областях Зауралья и Западной Сибири [16]. Турбоаэратор приводится в действие электродвигателем, питающимся от ЛЭП или передвижной электростанции мощностью 4-6 кВт. Он способен в зимние месяцы обеспечить создание зоны в 30-100 га с высокой концентрацией кислорода в озере, достаточной для сохранения всей имеющейся рыбы и заблаговременно сконцентрированной в этой зоне. Для озера в 200-400 га достаточно включить в работу с начала декабря по конец марта один агрегат, а для водоема в 800-1300 га требуется два турбоаэратора мощностью по 3 кВт каждый.

В процессе аэрации воды зимой снижается концентрация аммонийного азота, появляются нитритная и нитратная формы азота с максимумом перед расплыванием льда, снижается концентрация токсичных для рыбы соединений, усиливается процесс нитрификации, а главное — в зоне работы турбоаэратора в течение всей зимы содержание кислорода в воде озера составляет 6-10 мг/дм³, или не менее 50-60% нормального насыщения, что вполне достаточно для любых рыб — объектов товарного рыбоводства.

Общие финансовые затраты на работу одного агрегата мощностью 3 кВт с декабря по март составляют 100-110 тыс. рублей, но эффективная работа аэрационной техники позволяет качественно (полностью) отловить выращенную рыбу в механизированные ловушки [16], либо сохранить молодь, не достигшую товарной массы рыбы, на последующий нагульный период, что при реализации улова впоследствии многократно окупает затраты на аэрацию рыбопродукции водоема.

Выводы

1. Применяемые эколого-рыбохозяйственные мелиорации на озерах заморного типа Зауралья позволяют рационально использовать биопродукционный процесс водоемов на формирование пищевой рыбы, увеличивая прирост товарной продукции в 10-15 раз и более по сравнению с традиционным промыслом местной рыбы.

2. Масштабы мелиоративного воздействия на местные водоемы с целью их реабилитации в продуктивные рыбопродукционные хозяйства (акватории) следует планировать в каждом субъекте Российской Федерации в соответствии научно обоснованными программами развития агропромышленного комплекса территории и ее продовольственной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейснер В.И. Основы рыбного хозяйства. М.: НИИ рыбного хоз-ва. 1925. 106 с.
2. Пирожников П.Л. Исследование и использование водоемов Сибири. Красноярск: Советская Азия. 1932. 173 с.
3. Березовский А.И. мелиорация в рыбном хозяйстве. М.-Л.: КОИЗ, 1935. 76 с.

4. Рихтер Г.Д. Озера Западно-Сибирской низменности // Природа. 1957. № 9. С. 95-98
5. Mortimer, С.Н. The exchange of dissolved substances between mud and water // Ecology. 1941. Vol. 29. № 2. P. 78-91.
6. Скаткин П.Н. Биологические основы искусственного рыборазведения. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 244 с.
7. Черфас Б.И. Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Пищепромиздат, 1956. 468 с.
8. Пирожников П.Л., Карпевич А.Ф., Исаев И.А., Карпова Е.И. Биологические основы работ по рыбохозяйственной мелиорации внутренних водоемов // Вопросы ихтиологии. 1969. Т. 9. Вып. 5. С. 771-781.
9. Никольский Г.В. Динамика численности стада рыб. М.: Наука. 1965. 382 с.
10. Мухачев И.С. Эффективный способ выращивания товарной пеляди // За дальнейший подъем прудового рыбоводства в Сибири и на Урале. Тюмень: Средне-Уральское кн. изд-во. 1965. С. 27-38.
11. Мухачев И.С. Рыбоводно-акклиматизационные работы в водоемах Челябинской области / Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. М.: Наука, 1968. С. 197-207.
12. Мухачев И.С. Основные направления рыбохозяйственного использования малых озер Сибири и Урала. Тюмень: СибНИИРХ. 1970. 54 с.
13. Фолитарек С.С. Некоторые вопросы охраны и преобразования природы лесостепи Западной Сибири // Охрана и преобразование природы лесостепи Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 1976. С. 3-70.
14. Фолитарек С.С. Проблема комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука. 1984. С. 33-45.
15. Насыров Г.И., Мухачев И.С. А.С. № 1395240. Бюлл. изобретений. 1988. № 18. Способ определения оптимальной для разведения рыбы глубины естественного водоема при проведении в нем мелиоративных дноуглубительных работ.
16. Слинкин Н.П. Новые методы интенсификации озерного рыболовства и рыбоводства. Тюмень: ТГСХА, 2009. 151 с.
17. Багрова Г.М. Радиационный баланс // Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука. 1978. С. 132-154.
18. Хатчинсон Д. Лимнология. М.: Прогресс. 1969. 592 с.
19. Гриневский А.М. А.Т. Болотов о прудовом рыбоводстве. М.: Сов. Наука. 1953. 90 с.
20. Исаченко Б.Л. Конференция по химии пресных водоемов // Природа. 1942. № 5-6. С. 117-118.
21. Einsele, W. Uber die Beziehungen des Eisenkreislaufs zum Phosphatereislauf im eutrophen See // Arch. F. Hydrob. 1936. Bd. 29. S. 104-117.
22. Кочиков В.Н. Локальные подъемы воды и их влияние на биопродуктивность различных районов Мирового океана // Обзорная информация / ЦНИИТЭИРХ. 1980. Вып. 1. 47 с.
23. Юхнева В.С. Заморные явления в озерах и меры их предупреждения // Отчетная сессия ученого совета ГосНИОРХ по итогам работ 1968 года / Тезисы докладов. Л.: ГосНИОРХ. 1969. С. 94-96.
24. Белобородова Г.И. Изменение состава донного ила озера Ипкуль под влиянием искусственной аэрации воды // Тезисы докладов к научно-практической конференции СибрыбНИИпроект по развитию Тюменского рыбохозяйственного комплекса. Тюмень: СибрыбНИИпроект. 1975. С. 107-109.
25. Пожидаев А.Д., Дорофеев Б.А., Юхнева В.С., Панчишин В.В. Новые способы аэрации в рыбохозяйственных водоемах // Известия ГосНИОРХ. 1978. Т. 136. С. 150-155.
26. Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Патент на изобретение № 2221104. 2004 г. Устройство для рыхления донных отложений.
27. Мартынова М.В. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ. М.: Наука, 1984. 160 с.

28. Свистунова Л.Д. Влияние взмучивания и аэрации донных отложений на зоопланктон озера Глубокого // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. Тюмень: СибрыбНИИпроект. 1986. С. 86-88.

29. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. М.: Наука. 1977. 144 с.

30. Системы ведения товарного рыбоводства в АПК Тюменской области / Под ред. И.С. Мухачева. Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2005. 240 с.

31. Дорофеев Б.А., Трошанов А.Г., Юхнева В.С., Бурдиян Б.Г. Об эффективности работы агрегата для аэрации воды в заморных озерах // Рыбное хозяйство. 1973. № 3. С. 23-26.

*Александр Германович СЕЛЮКОВ —
доцент кафедры зоологии и ихтиологии,
кандидат биологических наук
ags-bios@yandex.ru*

*Леонид Александрович ШУМАН —
аспирант кафедры зоологии и ихтиологии
leonidshuman@yandex.ru*

*Екатерина Владимировна ЕФРЕМОВА —
аспирант кафедры зоологии и ихтиологии
katerinaef@yandex.ru
Тюменский государственный университет*

УДК 597:639.3.04

**ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ
(НА ПРИМЕРЕ ТУГУНА)**

**APPLYING OF INSTALLATIONS OF THE CLOSED WATER SUPPLY
FOR RECEPTION OF COREGONID BROODSTOCKS
(ILLUSTRATED BY TUGUN)**

АННОТАЦИЯ. Изучена возможность формирования маточных стад сиговых рыб (Coregonidae) в установках замкнутого водоснабжения на примере модельного объекта — тугуна (Coregonus tugun). Исследованы рост, развитие половых желез, печени и жабр.

SUMMARY. The opportunity of reception of Coregonid broodstocks in installations of the closed water supply on the example of modeling object - tugun (Coregonus tugun) — is studied. The data on length and weight growth, histological features of gonads, liver and gills of a tugun are obtained during its stay in recirculation system.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Тугун, маточное стадо, установка замкнутого цикла.
KEY WORDS. Tugun, broodstock, installation of the closed water supply.*

Сиговые рыбы, как доминанты субарктических водных экосистем, адаптированы к существованию в сравнительно узком диапазоне параметров абиотической среды. Основными природными факторами, лимитирующими их численность в бассейне Оби, являются экстремальные колебания гидрологического режима, промерзание нерестилищ, зимний замор. Эти явления усиливаются избирательной промысловой нагрузкой и возрастающим загрязне-