

8. Ромащенко М. І. Краплинне зрошення сільськогосподарських культур: сучасний стан та перспективи розвитку в Україні / М. І. Ромащенко, А. В. Шатковський. – К. : / Національна академія аграрних наук України, Інститут водних проблем і меліорації., 2014. – С. 3-8. – (Матеріали II науково-практичної конференції «Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття»).
9. Бузовер С. Я. Водный режим картофеля / Бузовер С. Я. – К. : Урожай, 1966. – 98 с. – (Труды Харьковского сельскохозяйственного института; т. 48).
10. Писаренко В. А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / Писаренко В. А., Горбатенко Е. М., Йокич Д. Р. – К. : Урожай, 1988. – 96 с.
11. Мацко П. В. Водопотребление, режим орошения и техника полива картофеля в южной степи УССР: автореф. дис. канд.с.-х. наук / П. В. Мацко. – Херсон, 1984. – 18 с.
12. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / [Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малаярчук та ін.] ; за ред. Р. А. Вожегової. / Ін-т зрощ. землероб. – Херсон, 2014. – 286 с.
13. Методика польового досліджу (Зрошуване землеробство) : [навчальний посібник] / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон, 2014. – 448 с.

## ДИНАМИКА ОЗЁРНОГО РЫБОВОДСТВА В ЗАУРАЛЬЕ РОССИИ

*Мухачев Игорь Семенович*

*д.б.н., профессор Государственного аграрного университета Северного Зауралья*

*Представлен обзор рыбоводных и технико-мелиоративных работ на озерах в регионах Южного Урала и Зауралья России, которые приспособлены для применения эффективных технологий товарного рыбоводства, позволяющих повысить товарную рыбопродуктивность водоёмов в 8-10 раз по сравнению с традиционным промыслом естественной ихтиофауны. Научно обоснованы и внедрены в практику местных рыбхозов технологии по аэрации воды зимой, рыхления донных отложений для стимулирования процесса формирования первичной и вторичной биопродукции, увеличения выхода товарной рыбы за счет систематических вселений жизнестойкой молоди в поликультуре быстрорастущих рыб – объектов аквакультуры, позволяющих реально повысить товарную рыбопродуктивность водоёмов.*

*Ключевые слова: культивирование быстрорастущих рыб в озерах, аэрация водоёмов, углубление части озера, рыхление ила, повышение продуктивности акватории*

## THE DYNAMICAL LAKESIDE FISHCULTURE IN ZAURALYE RUSSIA

*Muhachev Igor Semenovich,*

*Professor Agrarian State University of Northern Zauralye*

*We present a review for 150 years of the fishes and technical reclamation work done on the Lakes in the Urals and Trans Urals Russia, which have adapted to the use of effective technologies of commercial fishing, that improves the productivity of the commodity reservoirs 8 to 10 times more than that of the traditional fishing methods of the natural fish fauna. The aim of this experiment was to scientifically substantiate and put into practice by the local aquaculture water aeration technology in the winter, the loosening of sediments to stimulate the process of formation of primary and secondary bio-products and increase the yield of commercial fishing due to systematic introductions of viable young fish grown in polyculture.*

*Key words: Cultivation of fast-growing fishes in lakes, ponds aeration, the deepening of the lake, loosening the sludge, increasing the productivity of the waters.*

### Introduction - Актуальность проблемы

Вопросы эффективного обеспечения качественным питанием населения сельских и заводских промышленно-развивающихся территорий, то есть решением проблемы продовольственной безопасности - Food Security, - всегда были и остаются первостепенными (Борисов, 2010; Indicator syst. FAO Aquacult., 2013; Sorgeloos, 2013; Sadalle `et al`, 2014). В этой связи предлагается на основе эколого-рыбохозяйственного мониторинга проследить динамику процесса развития технологий пастбищного (нагульного) выращивания рыбы в озерах южной части Уральского федерального округа РФ, где более 150 лет (Сабанеев, 1874; Кучин, 1910) методы рыбоводства используются местным населением в качестве эффективного улучшения пищевого рациона и экономического стимула.

Вначале это были технологии по улучшению условий нагула и увеличению массонакопления выращиваемой рыбы

(Аленицин, 1874; Сабанеев, 1874), затем к ним добавились технологии по увеличению объектов выращивания с быстрым темпом роста и лучшими гастрономическими качествами мяса рыбы (Кучин, 1915, 1917, 1931), которые на современном этапе научно-производственных отношений переросли в технологии существенного увеличения рыбо-продуктивности эксплуатируемых озер в расчете на 1 га акватории (Нестеренко `et al`, 1968; Мухачев, 1996;1998); Mukhachev, Gunin, 2002; Мухачев, Слинкин,2004; Мухачев `et al`, 2005; Мухачев, `et al`, 2006; Мухачев `et al`, 2006; Мухачев, 2009; Мухачев 2011; Слинкин, Мухачев, 2012; Мухачев, 2013; Мухачев,2014).

Недавно рыбоводы Челябинской области внедрили эффективную технологию искусственного воспроизводства налима (Корляков `et al`, 2013), а также установили факт акклиматизации европейской корюшки на Южном Урале (Корляков, Мухачев, 2009).

Прогрессивные технологии стали возникать и реализовываться с 1960-70 гг., когда массовыми стали методы повышения рыбопродуктивности южноуральских озер карасевого и плотвично-окуневого типов. В естественном состоянии рыбопродуктивность этих водоёмов составляет всего 15-30 кг/га в год при невысоком пищевом и экономическом результате по причине малых размеров, медленного роста местной рыбы: караси, голянь озерный, окунь, ёрш, плотва. Для улучшения товарного состава рыб в озера Южного Урала и Зауралья была вселена пелядь и создана биотехнология ускоренного выращивания товарной пеляди (Мухачев 1965;1967; 2003), а также осуществлены работы по расселению судака, леща, сиговых рыб (Мухачев, 1968) и карпа (Мухачев, Петкевич,1971).

Технологии рыбоводного процесса дополнены научными основами районирования озерного рыбоводства на территории Западно-Сибирской равнины и нормативами озерной поликультуры для таёжной и лесостепной природных зон (Мухачев,1976; Мухачев `et al`, 1977).

В современный период происходит дальнейшее усовершенствование технологий озерного рыбоводства. Причём, главный фактор – это увеличение выхода товарной рыбы в расчёте на 1 га акватории.

В частности, Государственный аграрный университет Северного Зауралья вместе с региональным Госрыбцентром в Тюмени (февраль 2015 г.) провели недельный семинар с активным участием ведущего сотрудника ФАО ООН профессора Патрика Соржелуса. Выступая перед аудиторией ученых, производителей и студентов, он особо отметил, что товарное рыбоводство на базе приоритета новых и массовых технологий способно весьма быстро повлиять на экономику и социальное улучшение районов (территорий), занимающихся разными направлениями аквакультуры. Этой же проблеме посвящена его недавно опубликованная работа (Sorgeloos, 2013).

Творческая деятельность отечественных специалистов ориентирована на ускорение решения проблемы посредством активного участия во внедрении, что, поддерживается управленческими структурами сельского и рыбного хозяйства (Багров `et al`, 2014), (Мухачев `et al`, 2010), (Мухачев, 2013), (Мухачев, Медведев, 2015).

Крупнейший естественный ресурс для производства экологически безопасной пищевой товарной рыбы в промышленных масштабах по разным направлениям и технологиям представляют многочисленные водотоки, озера, артезианские и геотермальные воды Урала и Западной Сибири. В пределах Западно-Сибирской равнины от Урала до Енисея общая акватория озер составляет 8,7 млн га (Доманицкий `et al`, 1971). В ландшафте Западно-Сибирской равнины 5,4-5,5 млн га озер, или 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 (Ядренкина, 2011). Однако всем этим озерам Зауралья и Западной Сибири свойственны стабильно высокие показатели развития зоопланктонных и зообентосных сообществ.

Новейшие исследования вновь подтверждают (Козлов, 2015), (Визер, 2015) чрезвычайно высокую продуктивность

озер лесостепи всей Западной Сибири. Феномен биопродуктивности западносибирских озер, включая леостепные и подзоны тайги, как уже всесторонне отмечали специалисты биологического и географического направлений науки (Иогансен `et al`, 1986), (Фолитарек, 1980), (Поползин, 1964), (Кудерский, 1998), характеризуется естественной способностью интенсивного продуцирования органического вещества.

Благодаря стабильному развитию довольно высоких значений зоопланктонных и зообентосных сообществ, показатели роста вселяемой молоди поликультуры (сиговые, карп, судак, растительноядные и др. объекты) весьма значительны. Например, в высококормных озерах с карасевым ихтиоценозом товарные сеголетки (0+) пеляди и пелчира осенью (октябрь) достигают массы 140-180 г, а двухлетки этих рыб (1+) 0,5-0,7 кг; аналогично, двухлетки карпа (1+) весят 0,6-0,8 кг, трехлетки (2+) 1,2-2,0 кг. Однако двухлетнее и многолетнее выращивание объектов рыбоводства осуществимо в основном с помощью аэрационной техники (Слинкин, 2009).

Высокий уровень биологической продуктивности озер и накопленный за десятилетия производственный опыт по выращиванию временных, но высокопродуктивных ихтиоценозов, объективно позволяет внедрять в промышленных масштабах различные мелиорации – гидротехнические, технические и биологические на значительно большем количестве водоёмов. Суть технико-мелиоративных и рыбоводных работ изложена ранее (Мухачев, 2011), (Мухачев, 2015). Многое и решающее в комплексном освоении обширного озерного фонда и разной мощности водотоков в пределах выше названных природных зон Обь-Иртышского бассейна можно осуществить на основе внедрения технико-мелиоративных работ и эколого-рыбохозяйственной мелиорации водоёмов, исключая применение минеральных удобрений и других чуждых естественной природе региона веществ (Мухачев, 1995), (Мухачев, Слинкин, 2004).

#### Material and Methods

#### Материал и методы

Содержание настоящей статьи-обзора базируется на авторском исследовании научно-производственных работ по развитию товарного рыбоводства на разнотипных озерах Зауралья (в пределах современных Челябинской, Курганской и Тюменской областей России) за предшествующий столетний период. На основе многолетнего мониторинга нами проанализированы результаты интродукций новых видов рыб, которые отсутствуют в естественных озерных ихтиоценозах Зауралья, но благодаря систематическим вселениям (интродукциям) стали наиболее массовыми и высококормительными объектами товарной аквакультуры.

Метод мониторинга использован благодаря личному участию в практике выполнения различных задач товарного рыбоводства и последующего научного анализа за весьма длительный период времени (1960-2016 гг.), а также анализу литературных источников, датированных 1874-1911-1965-1968-1999-2006-2015 гг.

Тенденции развития пастбищного озерного рыбоводства

Наше сотрудничество с рыбохозами Тюменской, Челябинской, Курганской областей по внедрению современных инновационных разработок (Мухачев `et al`, 2006) позволило пользователям озер довольно стабильно выращивать поликультуру со значительно большими ежегодными

показателями рыбопродуктивности — по 180-200-250 кг/га, причем тенденция к повышению рыбопродуктивности местных водоемов на основе технико-мелиоративных и рыбоводных технологий становится устойчивой.

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, растительноядные) 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. В 2015 г. Сладковский рыбхоз вновь вырастил и выловил более 1 тыс. т ценной рыбы, а показатели в ряде интенсивно осваиваемых озерах по выращиваемой рыбе — карп и сиговые — превысили 200 кг/га.

В соответствии наших рекомендаций Сладковский рыбхоз на пяти озерах построил мелиоративные комплексы (Слинкин, 2009), состоящие из водоема-спутника с глуби-

ной 7-7,5 м и 2-3-х выростных прудов (рис. 1), благодаря которым диапазон рыбоводных расширен, а качество товарной рыбы улучшилось. В итоге — рентабельность практики внедрения комплексных мелиораций становится положительной. Водоем-спутник эксплуатируется с ноября по март для сохранения растущей рыбы, не достигшей товарной массы, и отлова рыбы, предназначенной для реализации. Привлечение рыбы из нагульного озера в водоем-спутник осуществляется с помощью турбоаэратора мощностью 2-3 кВт, установленного в одном из каналов, из которого поток проаэрированной воды устремляется в круговорот по эллипсоидной траектории (рис. 2). В водоеме-спутнике в зимний период включают мини-турбоаэратор мощностью 0,5-0,8 кВт, создающего оптимальное насыщение кислородом воды и сохранения всей имеющейся рыбы в водоеме. Выростные пруды эксплуатируются в мае-августе для выращивания жизнестойкой молоди культивируемых ценных рыб для вселения в нагульное озеро. В глубоком водоеме-спутнике при необходимости можно размещать садки на понтонах для выращивания рыбы либо её временного хранения в живом виде.

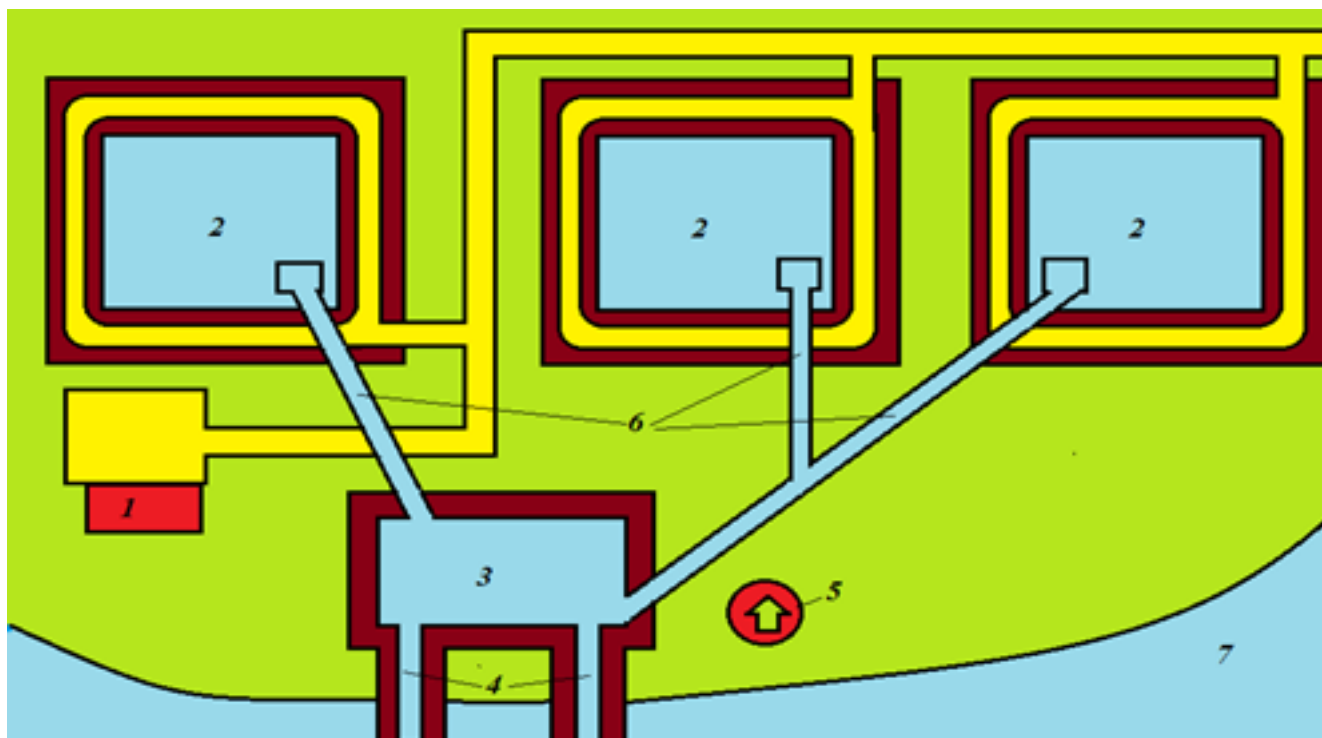


Рис. 1. Схема мелиоративного гидротехнического обустройства озера заморного типа с акваторией, превышающей 250-300 га, с целью создания высокопродуктивного работоварного хозяйства:

- 1 – бригадный дом; 2 – выростные пруды площадью 2-3 га;
- 3 – водоем-спутник глубиной 6-7 м; 4 – каналы, соединяющие озеро с водоемом-спутником;
- 5 – насосная станция для подачи воды в выростные пруды; 6 – водосбросные каналы;
- 7 – нагульное озеро.

Благодаря данному технико-мелиоративному обустройству мелководного заморного озера карасевого ихтиологического типа, в короткое время происходит экологическая рекультивация, и в нём создаются условия для пастбищного нагула карпа, пеляди, сига, пелчира, щуки, судака, растительноядных рыб. Суммарный выход товарной рыбопродукции за счет вселения жизнестойкой молоди ценных рыб достигает 150-250 кг/га в год дополнительно к улову 15-30 кг/га местного карася.

Отлов выращенной рыбы облегчается и интенсифицируется на основе разработок Н.П. Слинкина (2009). В частности, с помощью водоема спутника - стационарного либо временного из армированной полиэтиленовой плёнки, и установленного агрегата – турбоаэратора можно на основе искусственного проаэрированного водотока быстро вылавливать всю выращенную рыбу (рис. 2) как в водоеме-спутнике, так и на путях миграции в искусственном водотоке.

Благодаря включению турбоаэратора и образованию циркуляции потока с высоким содержанием растворенно-

го кислорода, вся оксифильная рыба переходит из участков озера с меньшим количеством растворенного кислорода в проаэрированную зону. По мере нарастания льда на водое-

ме и дефицита кислорода миграция выращенной рыбы усиливается, что и служит основой для её полного вылова.

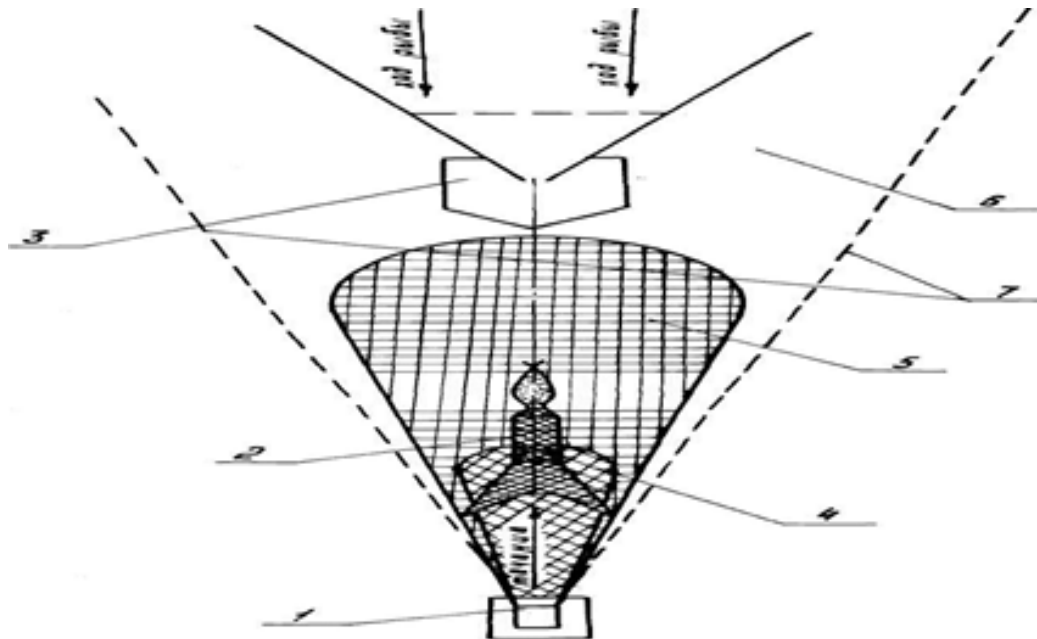


Рис. 2. Промысловая схема лова рыбы ставными орудиями лова в озере заморного типа (с дефицитом кислорода в воде зимой): 1-потокообразователь; 2-вентерь; 3- ставной невод; 4-зона принудительного сноса рыбы; 5 – Зона частично принудительного сноса рыбы; 6-зона реореакции.; 7-граница потока.

Системность в освоении и внедрении интенсивных технологий рыбоводства показывает ООО «Рыбозавод Балык», что убедительно иллюстрирует итоговый результат — вылов выращенной рыбы. В 1970-1990-е годы 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, а в настоящее время (2010-2015 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 900-1100 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 190-260 кг/га. Стабильный рост рыбопродуктивности озер ООО «Рыбозавод Балык» происходит потому, что работ-

ники 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 рецилинга органики (Копылов, Косолапов, 2011), аэрации воды зимой, направленному формированию кормовой базы путем масштабных вселений рачка-гаммаруса.

Для этого в рыбхозе создана мелиоративная бригада, которая в течение всех сезонов года проводит необходимые научно обоснованные биотехнические мероприятия на водоемах, стимулирующие рыбоводный процесс.

Динамика роста рыбопродуктивности объективно представлена на примере эксплуатации типичного для лесостепи Зауралья озера 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	2015
Карась	19,0	21,0	12,0	9,0	21,0	10,0	8,0	11,0	23,0
Карп	-	-	-	-	10,0	99,0	85,0	90,0	99,0
Р/ядные	-	-	-	-	-	2,0	4,0	5,0	8,0
Пелядь	-	24,0	36,0	66,0	85,0	115,0	118,0	121,0	111,0
Всего	19,0	45,0	48,0	78,0	116,0	226,0	226,0	227,0	241,0

\* — среднегодовые уловы за указанный период

карась – *Carassius carassius*, *Carassius auratus gibelio*

карп – *Cyprinus carpio*

растительноядные – *Stenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*

пелядь - *Coregonus peled*





Рис. 3. Товарные сеголетки (0+) пеляди массой 140-180 г/шт. отлавливаются с помощью ставных неводов в озерах карасево-ихтиологического типа. Ежедневные уловы (в октябре) составляют от 2-3 до 20-25 т.

Озеро Тишки по генезису — водно-эрозионное, возникшее в древнеозерной впадине. Котловина озера овальной формы выполнена мощными песчаными отложениями. 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 (Андреева, 1973). 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 1998-2001 гг. позволил выявить резервы для существенного повышения рыбопродуктивности озера. Согласно научным рекомендациям, специалисты ООО «Рыбозавод Балык» стали вселять в озеро жизнестойкую молодь карпа в соответствии с зональной научно обоснованной нормой, небольшое количество годовиков белого амура и белого толстолобика, а количество вселяемых личинок сеголеток (пелядь, пелчир) увеличили до 3,5-4,0 тыс. шт./га. Увеличение плотности

посадки сеголеток 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 (Мухачев, Слинкин, 2004). Зимой в годы пониженной водности в январе-марте при падении концентрации кислорода до 2,5-3 мг/дм<sup>3</sup> на водоеме устанавливаются 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 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 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 вешнего 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 рекомендаций на данном водоеме внедрены элементы интенсивного товарного рыбоводства, представляющих следующее:

- рыхление донных отложений — 3 раза с конца июля по середину сентября 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 турбоаэракторов мощностью 2-3 кВт, обеспечивающих в начале концентрацию выращенной рыбы, а затем — интенсивный отлов товарной продукции;
- периодическом осуществлении из близ расположенных 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. В 2015 г. общие уловы выращенной рыбы в оз. Суерское составили 230 кг/га. Таким образом, сигово-карповая поликультура может быть дополнена белым амуром и белым толстолобиком, что объективно гарантирует на оз. Суерское ежегодное стабильное производство товарной рыбы высокого гастрономического качества 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, биогехимии, микробиологии, биохимии, гидробиологии, ихтиологии и других наук объективно установлено, что процессы «рециклинга» и «микробной петли» (Копылов, Косолапов,

2011) в системе «вода — донные осадки» (Мартынова, 1984; Мизандронцев, 1990) озер создают устойчивое развитие биопродукционного процесса (Алимов, 2001) в соответствии свойств явления сестайнинга (Миркин, Наумова, 2002).

Процессы кругооборота органического вещества в озерах с ростом продуктивности увеличиваются и ускоряются (Алимов, 2001), 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 рыхления и аэрации донных отложений озер заморного типа была предложена заведующей лабораторией гидробиологии СибНИИРХ (Юхнева, 1969; Юхнева, Уварова, 1975). 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 (Мухачев, Слинкин, 2004).

Аналитическое обобщение данных практики становления и развития пастбищного рыбоводства в Зауралье (Мухачев, 2013) позволило обосновать интегральный показатель рыбопродуктивности озера — актуальный бонитет. Его объективное определение дает возможности для комплексной мелиорации озера в соответствии с расчетом потенциального бонитета на основе биопродукционного процесса (Алимов, 2001) в водоемах. Для определения актуального бонитета озера составлена бонитировочная 100-балльная шкала, 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 (Слинкин, 2009).

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. Results and discussion Результаты и обсуждение

Тенденция – увеличение видового разнообразия и повышение рыбопродуктивности

Промышленное индустриальное развитие Уральского региона России и увеличение населения за счет переселенцев из центральных регионов страны привело к расширению различных направлений аграрного производства, включая возникновение активного лова рыбы в местных водоемах. В пределах современной Челябинской области, где расположены глубокие (до 20-35 м) и мелкие (до 2,5-4 м) озера, местные рыбопромышленники уже в 19 веке использовали 800-900-метровые закидные невода, и в зимнем

подледном режиме отлавливали большое количество местной рыбы.

Согласно свидетельств специалистов зоологов-ихтиологов того времени (Сабанеев, 1874; Кучин, 1911; Соловьев, 1915) в данном регионе эффективно использовалась практика (технология) пересадки больших количеств 2-3-летней плотвы - *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas), окуня *Perca fluviatilis* (L.), ерша (*Gymnoperhalus cernuus* (L.) из глубоких, но мало-кормных (олиготрофные, мезотрофные) озер горной части Южного Урала в высоко-кормные (гиперэвтрофные) озера лесостепного Зауралья. Работа по масштабной пересадке рыбы осуществлялась в начале апреля перед естественным процессом таяния льда. К следующему промысловому сезону вселенная рыба увеличивала свою массу (вес) в 3-5 раз, благодаря чему хозяйственники-рыбопромышленники не только выполняли поручения-заказы горнозаводского производства (в основном металлургического), но и «зарабатывали» крупные суммы денег.

В конце 19 столетия из реки Уфа (Волго-Камский речной бассейн) в ряд озер и водохранилищ (заводские пруды на реках) Обского бассейна был переселён лещ *Abramis brama* (L.), которого впоследствии (в 40-60-е годы) 20 столетия широко расселили по многим водоемам Сибири. В 60-70-е годы аналогичное масштабное расселение получил судак *Stizostedion lucioperca* (L.). Эти интродукции рыбохозяйственной наукой (Бурмакин, 1963) были обоснованы, как реакклиматизация, поскольку эти виды рыб были свойственны неогеновой ихтиофауне Оби и Иртыша (Штылько, 1934).

Новый технологический этап в развитии рыбоводства для Южного Урала и Зауралья связан с подвижнической деятельностью И.В.Кучина, создавшего в 1903-1913 гг. Уфимский и Аракульский сивовые рыбобродные заводы, ставшие биотехнической основой товарного озерного сивоводства (Кучин, 1917; 1931), которое постепенно распространилось от Урала до Байкала. По инициативе Кучина И.В в десятки глубоких озер Южного Урала интродуцировали чудского сига *Coregonus lavaretus* (L.) и ладожского рипуса *Coregonus albula* (L.). Эти виды воспроизводятся до сих пор, но для товарного выращивания в промышленных масштабах ежегодно от их производителей получают рыбобродную икру, инкубируют, а молодь вселяют в озера, пруды, водохранилища. С начала 60 годов рыбоброды Южного Урала (Мухачев, 1965), (Нестренко `et al`, 1968) стали выращивать и воспроизводить пелядь *Coregonus peled* (Gmelin), которая в настоящее время превалирует в озерном товарном рыбобродстве Урала и Западной Сибири.

Накопление практического опыта по интродукции в озера Урала и Зауралья форели, сига, ладожского рипуса,

пеляди, леща, карпа, судака, которых не было в естественных ихтиоценозах озер (Подлесный, 1939; Мухачев, 1963; 1965, 1967, 1968; Нестренко `et al`, 1968) показало реальную возможность не только обогащения и улучшения видового состава рыбного населения, но и повышение товарной рыбопродуктивности озер региона. Озера с плотвично-окуновым либо карасевым ихтиоценозом обычно позволяют ежегодно отлавливать всего 15-30 кг/га рыбы старшевозрастных (промысловых) групп без ущерба сырьевым запасам. Обоснование и внедрение технологий поликультуры - совместного выращивания быстрорастущих рыб с различными спектрами питания (фитофаги, зоофаги) позволили довести средние уловы до 100-130 кг/га в год.

Комплексный научный анализ результативности метода рыхления иловых донных отложений озер дает реальную основу для масштабного включения в технологию товарной поликультуры белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.), питающегося фитопланктоном и детритом (Мухачев, 2014).

#### Conclusions Заключение

Проблема эколого-рыбохозяйственной рекультивации озер в пределах Зауралья и Западной Сибири обсуждается давно. Практические действия по преобразованию экосистем мелководных гиперэвтрофных озер позволяют устранить их заморность в подледном режиме, но сохранить и эффективнее использовать самовозобновляемую кормовую базу на рост вселяемой молоди поликультуры быстрорастущих объектов товарного рыбобродства, выращивать на порядок больше ценной рыбы по сравнению с традиционным промыслом местной тугорослой рыбы (Мухачев, 2013).

Наличие значительного озерного фонда на территории Уральского федерального округа и эффективных современных технологий озерного рыбобродства реально позволяют вовлечь в производственный процесс большого количества желающих заниматься практическим рыбобродством. Решения Государственных органов Правительства РФ и Субъектов Федерации последних лет как раз и нацелены на ускорение развития сельскохозяйственного рыбобродства в каждом муниципальном районе, имеющем соответствующие акватории. Этой же цели служат государственные административные меры по увеличению подготовки специалистов-рыбобродов со средним и высшим образованием в ряде областных центров – Тюмени, Челябинске, Екатеринбурге, Новосибирске.

Acknowledgments: выражаю свою глубокую признательность руководителям Кунашакского, Сладковского и Курганского рыбхозов Зауралья за помощь в подготовке настоящей публикации.

#### References Литература

Аленицын В.Д. Очерк Троицко-Челябинских озер Оренбургской губернии и их ихтиологической фауны. Труды С.-Пе-требургского общества естествоиспытателей. 1874.-Т.5.-Вып. 1.:17-89.

Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2001.-175 с.

Boiko E.G., Petrachuc E.C., Spulber D. Stateagrian University of Northtrans-Uralin the project "Tuning environmental competences in Russian fishery education for sustainable development"/Tuning environmental competences in Russian fishery education for sustainable development/ edited by Alessandro Figus, Thomas Potempa, Sergey Shibaev/Tempus/Tuna. European Commission / Eurilink. Kaliningrad. 2016.- p.147-154.

Бойко Е.Г. Опыт подготовки ихтиологов-рыбобродов в Государственном аграрном университете Северного Зауралья путём интеграции образования и науки // Проблемы и перспективы развития рыбобродства на Урале/ Материалы научно-практич. Конф., посвященной 100-летию создания Аракульского рыбобродного завода и развитию товарного сивоводства в Челябинской области 26-27 сентября 2013 г. г. Касли. Челябинск.- 2013.- С.127-130.



Борисов Д.В. Развитие фермерской аквакультуры как фактор повышения устойчивости сельских территорий. Развитие регионального АПК в XXI веке: тенденции и перспективы: Материалы междунаучного научно-практического конференции. Рос. Акад. С. Наук. Сиб. Региональное отделение, ГНУ СибНИИЭСХ.-Барнаул.-2010:137-142.

Визер Л.С. Зоопланктон Чиняхинского плёса озера Чаны // Вестник рыбохозяйственной науки.-2015-Т.2.№ (5).Январь.-С.20-26.

Доманицкий А.П., Дубровина Р.Г., Исаева А.И. Реки и озера Советского Союза. Л. Гидрометеиздат, 1971.-104 с.

Indicator system for measuring the contribution of small-scale aquaculture to sustainable rural development. FAO Aquaculture Newslett. 2013. № 51: 46-48.

Козлов О.В. Промысловая гидробиология беспозвоночных лимнобионтов юга Западной Сибири // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке/ Сб-к докл. XVII Между-народной научно-практической конференции. Тюмень, 2015.-Т.1.-С. 198-203.

Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск КнигоГрад, 2011.-332 с.

Корляков К.А., Мухачев И.С. О европейской корюшке OSMERUS EPERLANUS, вселённой в озеро Большой Кисегач на Южном Урале. Вопросы ихтиологии. 2009.Т.49.Вып. 5: 687-692.

Корляков К.А., Копориков А.Р., Новиков А.Л. Биотехнология искусственного выращивания налима (Lotidae) на Южном Урале и перспективы его использования в качестве биомелиоратора. Рыбное хозяйство. 2013.-№ 1: 91-94.

Кудерский Л.А. Рыбное хозяйство внутренних водоёмов России: нагульное рыбоводство, Обзорная информация ВНИЭРХ. Аквакультура. 1998.-Вып.1.-76 с.

Кучин И.В. Рыбоводство и рыбный промысел на Зауральских и Приуральских озерах. Департамент Земледелия.- С.-Пбг.-1910.-92 с.

Кучин И.В. О неотложных нуждах рыбоводства и рыболовства в Зауральской части Пермской губернии // Записки Уральского общества любителей естествознания. Екате-ринбург, 1917.-т.37.-вып.1-6. :3-10.

Кучин И.В. Памятка рыбовода. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931.-152 с.

Мартьянова М.В. Азот и фосфор в донных отложениях озёр и водохранилищ. М.: Наука, 1984.-160 с.

Мизандронцев И.Б. Химические процессы в донных отложениях водоёмов. Новосибирск:Наука,-1990.-175 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Сценарий перехода к устойчивому развитию//Экология и жизнь.2002.-№ 5. С.31-38.

Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. СПб-г: «Лань». 2013.- 400 с.

Мухачев И.С. Судак в озерах Южного Урала // Рыбоводство и рыболовство. 1963.-№ 6.-С.15-16.

Мухачев И.С.Рыбоводство меняет структуру промысла //Рыбное хозяйство,-1965.-№12.-С.14-16.

Мухачев И.С. Акклиматизация и разведение пеляди – озерного сырца в водоёмах Челябинской области // Вопросы ихтиологии, 1965.-Т.5.-Вып.37.- С.630-638.

Мухачев И.С. Эффективный способ выращивания товарной пеляди // За дальнейший подъём прудового рыбоводства в Сибири и на Урале. - Тюмень: Средне-Уральское кн. изд-во.-1965.-С.27-38.

Мухачев И.С. Опыт работы Челябинского рыбтреста по выращиванию пеляди в прудах и озерах // Озерное и прудовое хозяйство в Сибири и на Урале. Тюмень: СибНИИРХ, 1967. - С.108-132.

Мухачев И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди. Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003.-176 с.

Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство, СПб.: Изд-во «Лань», 2013.-400 с.

Mukhachev I.S. The Eutrophication stage of Lakes as a positive ecological factor for the fish commodity production economics. VI international symposium on biology and management of coregonid fishes. Abstracts/-Konstanz, Germane. 1996:82.

Мухачев И.С. Аквакультура как важное дополнение в обеспечении населения продовольствием из местных биоресурсов. Материалы Научной конференции, посвященной 110-летию зоологических исследований в Сибири. Томск:ТГУ. 1998: 241-242.

Mukhachev I.S., Gunin A.P. A review of the production of cultivated whitefishes (Coregonus spp.) in the Ural and West Siberia/ Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57, p.171-181, July 2002.

Мухачев И.С., Медведев М.М. Формирование технологии интенсивного рыбоводства на озерах заморного типа //Вестник ТюмГУ.Экология и природопользование.2015.Том 1-№2 (2).-С.39-49.

Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. 2013. СПб: Изд-во «Лань». 400 с.

Мухачев И.С. Повышение рыбопродуктивности – тенденция развития озерного рыбоводства Зауралья. Рыбное хозяйство. 2014. № 6.: 79-82.

Мухачев И.С. Биологические основы рыбоводства. Тюмень: Изд-во ТюмГУ. 2004-300 с.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Размашкин Д.А., Попов Н.Я., Бабушкин А.А. Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области. Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати». 2005.-240 с.

Мухачев И.С., Бойко Е.Г., Янкова Н.В., Петрачук Е.С. Системы инновационных технологий товарного рыбоводства на юге Тюменской области //Аграрный вестник Урала. 2010.-№ 8 (74) С.55-58.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Чудинов Н.Б. Новые подходы к развитию товарного рыбоводства на водоёмах Зауралья. Рыбное хозяйство. 2006. № 3:59-63.

Мухачев И.С. Влияние антропогенных воздействий на экосистему заморного озера // Экологические проблемы рекультивации озёр заморного типа. Тюмень: ТГУ, 1994.- С.3-20.

Мухачев И.С. Системы инновационных технологий товарного рыбоводства на юге Тюменской области. Аграрный вестник Урала. 2009.-№ 11.-(65): 113-115.



Мухачев И.С. Инновации в пастбищном рыбоводстве Зауралья. Aquaculture in Central and Eastern Europe: present and future//the II Assembly NACEE and the Workshop on the Role of Aquaculture in Rural Development, Chisinau, October 17-19, 2011, Kishinev, 2011: 189-192.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Чудинов Н.Б. Новые подходы к развитию товарного рыбоводства в Зауралье // Рыбное хозяйство.-2006.-№ 3.-С.59-63.

Мухачев И.С. Инновации в пастбищном рыбоводстве Зауралья // Aquaculture in Central and Eastern Europe:the II Assembly NACEE and Workshop on the Role of Aquaculture in Rural Development, Chisinau, October 17-19, 2011, Kishinev, 2011.- p.189-192.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Способ выращивания рыбы в заморных озерах. Патент РФ № 2460285. -2012

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Способ лова рыбы. Патент на изобретение РФ №2297139.- 20.04.2007.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Способ выращивания пеляди в заморных озерах. – Патент на изобретение РФ № 2268588.- 27.01.2006.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Способ выращивания пеляди в заморных озерах. – Патент на изобретение РФ № 2268588.- 27.01.2006.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Устройство для выращивания рыбы.-Патент на полезную модель РФ № 58294.-27.11.2006.

Мухачев И.С., Слинкин Н.П. Устройство для рыхления донных отложений. - Патент на изобретение РФ № 2221104.- 10.01.2004.

Насыров Г., Мухачев И.С. Способ определения оптимальной для разведения рыбы глубины естественного водоёма при проведении в нём мелиоративных дноуглубительных работ.- Авторское свидетельство СССР № 1395240.-15.01.1988.

Нестеренко Н.В., Козьмин Ю.А., Лопатышкина Г.М., Тиранов М.Д. Результаты акклиматизации рыб на Урале. Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоёмах СССР. М.: Изд-во: НАУКА. 1968: 189-197.

Поползин А.Г. Малые озера юга Западно-Сибирской низменности и их хозяйственное значение //Водные ресурсы Западной Сибири. Новосибирск: СО АН СССР.-1964.-С.80-85.

Сабанеев Л.П. Жизнь рыб и рыболовство на зауральских озерах //Сборник «Природа», № 1 и 2,- М.-1874.С.220-302.

Слинкин Н.П. Новые методы интенсификации озерного рыболовства и рыбоводства.-Тюмень:ТГСХА, 2009.- 151 с.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Устройство для рыхления ила донных отложений. Патент РФ № 118322.- 2012.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Устройство для рыхления донных отложений. Патент РФ № 2221104.- 2004.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С., Туруханских Н.А. Способ аэрации воды, концентрации и лова рыбы.- патент на изобретение РФ № 2286672.-10.11.2006.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Устройство для лова рыбы.Патент на изобретение РФ№ 2287267.- 20.11.2006.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Способ аэрации воды, концентрации и лова рыбы. Патент на изобретение РФ № 2294635.- 10.03.2007.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Устройство для лова рыбы с применением донного водоспуска. – Патент на изобретение РФ № 2333313.- 10.09.2008.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С., Рождественский М.И., Слинкин А.А. Способ создания маточного стада и базы сбора икры пеляди. – Патент РФ № 2393668.-10.07.2010.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Способ выращивания рыбы в заморных озерах. - Патент на изобретение РФ № 2460285.- 10.09.2012.

Слинкин Н.П., Мухачев И.С. Способ воспроизводства и выращивания карпа в заморных озерах. –Патент на изобретение РФ № 2316956.- 20.02.2008.

Соловьев В.А. Аракульская рыболовная станция //Записки Уральского общества любителей естествознания. Екатеринбург.-1915.- т.35.- Вып. 11-12.

Sadalle S.B., Nazuraly N., Taleb-Hossenkhan N., Bhagooley R. Micro-phytoplankton distribution and biomass in around a channel-based fish farm: Implications for sustainable aquaculture. Acta oceanol. Sin.2014.33,№12:180-191.

Sorgeloos P. Aquaculture: the Blue Biotechnology of the Future. World Aquaculture.-September.-2013:16-31.

Юхнева В.С. Заморные явления в озерах и меры их предупреждения // Отчетная сессия уч. Совета ГосНИОРХ по итогам работы в 1968 году: Тезисы докладов. Л., 1969.-С.94-96.

Юхнева В.С., Уварова В.И. Донные отложения и кислородный режим озер //Тезисы докладов к научно- практич. Конф. СибрыбНИИпроект по развитию Тюменского рыбохозяйственного комплекса. Тюмень, 1975.-С.106-107.

Штылько Б.А. 1934. Неогеновая фауна пресноводных рыб Западной Сибири. Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения. Новосибирск. Вып. 359: 44-89.

Ядренкина Е.Н. Структурно-функциональная организация рыбного населения в заморных озерах Западной Сибири. Автореферат дисс. доктора биол. наук. Томск : ТГУ, -2011.- 41 с.