

УДК 639.3.03

## Искусственное воспроизводство ценных видов рыб Урала и Сибири: состояние, проблемы и перспективы

*А. И. Литвиненко, С. М. Семенченко, Я. А. Капустина*

Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства  
(ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Тюмень)

Дан анализ состояния искусственного воспроизводства ценных видов рыб Урала и Сибири. Отмечаются две устойчивые тенденции: снижение выпуска личинок и молоди в водоёмы региона и снижение запасов ценных промысловых видов рыб. Предлагается ряд инновационных инициативных разработок для интенсификации технологий искусственного воспроизводства.

**Ключевые слова:** искусственное воспроизводство, ценные виды рыб, интенсивные технологии рыбоводства.

Основные запасы наиболее ценных видов рыб Российской Федерации сосредоточены на территории Урала и Сибири. Здесь расположены самые крупные пресноводные бассейны страны: Обь-Иртышский, бассейны рек Енисей и Лена, бассейн оз. Байкал.

К ценным видам рыб условно отнесены представители четырёх семейств: осетровые, лососёвые, хариусовые и сиговые.

В соответствии с современными представлениями, во внутренних водах Сибири обитают два вида осетровых, девять видов лососёвых (без учёта р. *Oncochynchus*), девять видов сиговых и два вида хариусовых рыб.

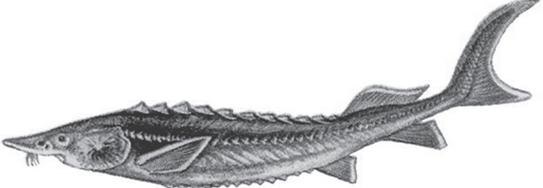
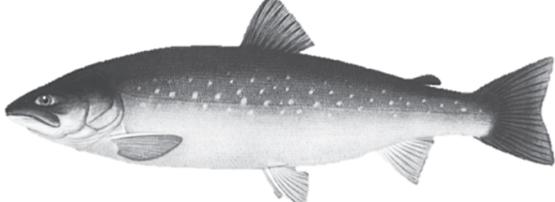
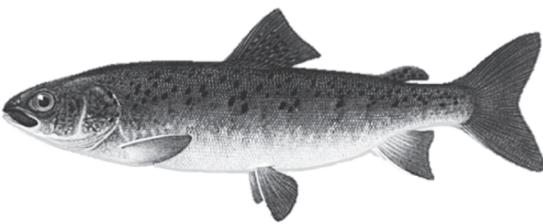
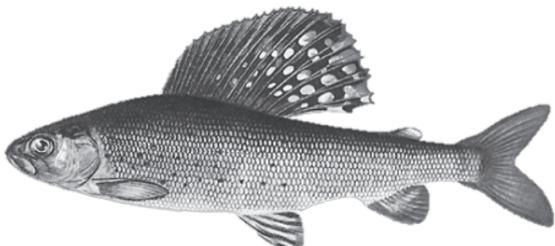
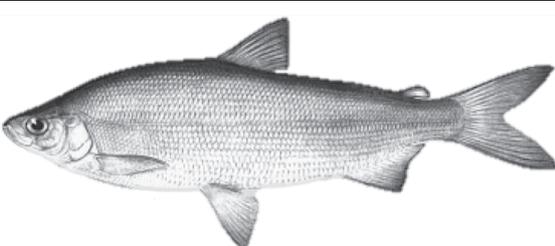
В озёрах Урала акклиматизированы рипус (форма ряпушки европейской) и чудской сиг. Спецификой ихтиофауны Сибири является обилие подвидов и экологических форм рыб из перечисленных семейств. Сохранившиеся естественные популяции осетровых, сиговых и лососёвых рыб являются ценнейшим генетическим

материалом для селекционно-племенной работы, направленной на качественное развитие холодноводной аквакультуры. В современной промысловой статистике отмечаются следующие виды: осётр сибирский, стерлядь, таймень, голец арктический, ленок, хариус сибирский, пелядь, омуль, ряпушка сибирская, рипус, тугун, сиг-пыжьян, муксун, чир, валёк, нельма. Не имеют промыслового значения шесть видов эндемичных гольцов и монгольский хариус.

Запасы большинства ценных видов находятся в напряжённом состоянии. В связи с этим, по экспертным оценкам, 14 видов сибирских рыб нуждаются в организации массового искусственного воспроизводства (рис. 1).

При рациональной организации воспроизводства ценных видов рыб Сибири их вылов может быть увеличен более чем в три раза (рис. 2).

*Осетровые рыбы.* Величина общедопустимого улова (ОДУ) осетровых рыб Сибири

Осетровые (Acipenseridae)	Осётр сибирский ( <i>Acipenser baerii</i> )	
	Стерлядь сибирская ( <i>A. ruthenus marsiglii</i> )	
Лососёвые (Salmonidae)	Таймень ( <i>Hucho taimen</i> )	
	Гольц арктический ( <i>Salvelinus alpinus</i> )	
	Ленок ( <i>Brachymystax lenok</i> )	
Хариусовые (Thymallidae)	Хариус сибирский ( <i>Thymallus arcticus</i> )	
Сиговые (Coregonidae)	Пелядь ( <i>Coregonus peled</i> )	

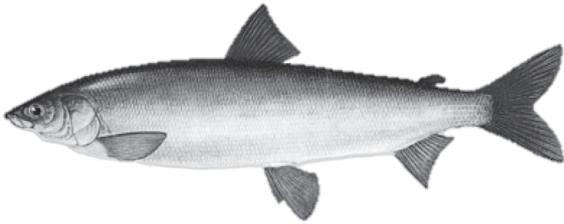
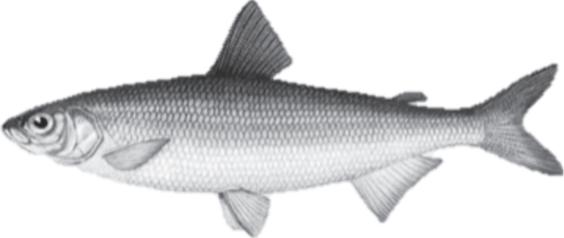
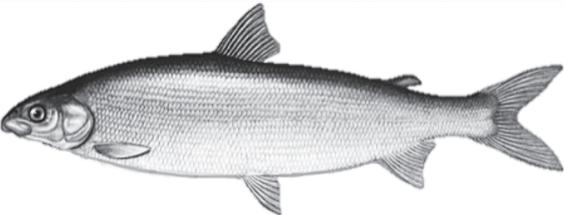
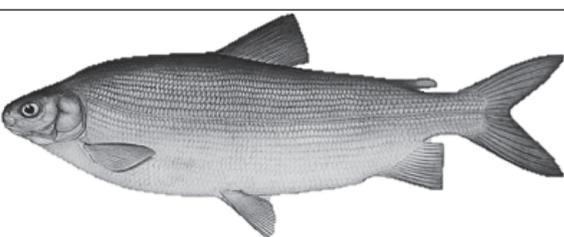
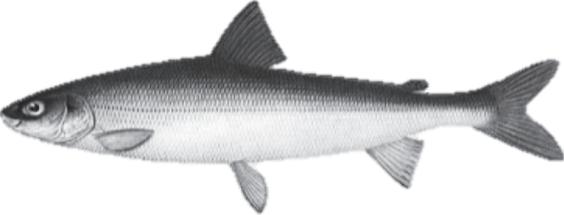
Сиговые (Coregonidae)	Омуль ( <i>C. autumnalis</i> )	
	Тугун ( <i>C. tugin</i> )	
	Сиги ( <i>C. lavaretus</i> )	
	Муксун ( <i>C. mukun</i> )	
	Чир ( <i>C. nasus</i> )	
	Нельма ( <i>Stenodus leucichthys nelma</i> )	
	Валёк ( <i>Prosopium cylindraceum</i> )	

Рис. 1. Виды рыб Урала и Сибири, нуждающиеся в организации массового искусственного воспроизводства

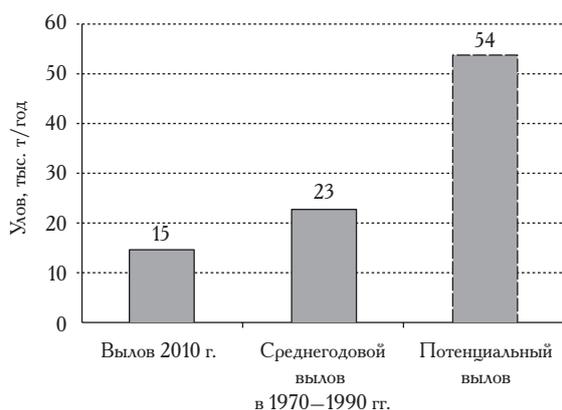


Рис. 2. Уловы ценных видов рыб Сибири и Урала

определена на 2013 г. в количестве 66,7 т. За период с 2010 г. падение составляет 12,3 т (16%). Среднегодовой вылов осетровых Сибири в 70–80-е гг. прошлого века равнялся 249 т. При рациональном ведении рыбного хозяйства потенциальный вылов этой наиболее ценной группы рыб оценивается в 935 т в год. Наиболее значительны запасы осетровых в бассейне р. Лены (ленский осётр) — 53% от суммарной величины ОДУ. Доля Обь-Иртышского бассейна в распределении запасов осетровых составляет 34% (стерлядь), бассейна р. Енисей — 13% (рис. 3). Лов обской и байкальской популяций осетра, занесённых в Красную книгу РФ, разрешён только в целях воспроизводства.

Искусственное воспроизводство осетровых видов рыб в Сибири осуществляют три рыболовных завода мощностью от 1 до 3 млн

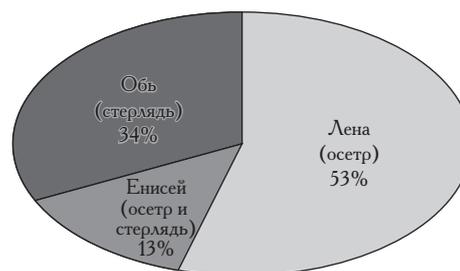


Рис. 3. Распределение годового улова осетровых рыб по основным бассейнам Сибири

молоди: Селенгинский (бассейн Байкала), Белоярский (бассейн Енисея) и Абаканский (Обь-Иртышский бассейн). Заводское воспроизводство осетра в бассейне Лены не организовано. В последнее время правительство Республики Саха (Якутия) предпринимает шаги для исправления ситуации и организации работ по воспроизводству осетровых видов рыб на Чернышевском рыболовном заводе. ФГБНУ «Госрыбцентр» привлекается к этим работам для оказания научно-консультационных услуг.

В течение последних десяти лет прослеживается тенденция к снижению количества выпускаемой молоди осетровых (рис. 4). Средняя за три года величина выпуска снизилась с 5,3 до 3,8 млн экз. Одна из основных причин снижения — дефицит производителей. Для решения этой проблемы в каждом из перечисленных бассейнов созданы маточные стада осетровых, они успешно эксплуатируются в промышленных условиях. Современные масштабы воспро-

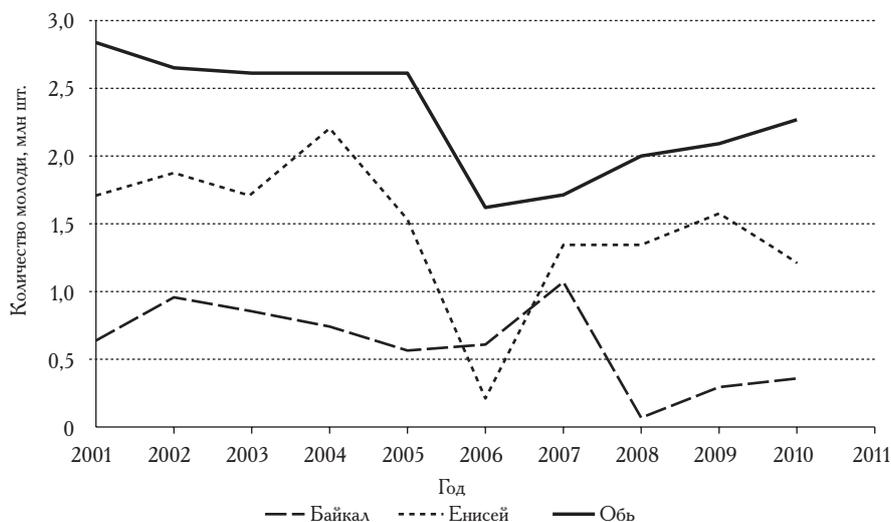


Рис. 4. Количество выпускаемой молоди осетровых рыб в бассейны оз. Байкал, р. Енисей и р. Обь

изводства осетровых рыб в десять раз меньше биологически обоснованных величин (41 млн экз.). Частично существующий дефицит планируется компенсировать за счёт проектируемых и строящихся осетровых рыбоводных заводов: Канкунского в Якутии, Богучанского в Красноярском крае и Ханты-Мансийского в Тюменской области. В 2011 г. начато воспроизводство осетровых на новом Новосибирском рыбоводном заводе.

*Лососёвые рыбы* в промысловой статистике Сибири представлены тремя видами: голец арктический, таймень и ленок. На 2013 г. суммарная величина ОДУ этого семейства в Сибири определена в 318 т, что составляет около 90% от ОДУ и возможного вылова пресноводных лососёвых рыб в стране. За последние три года падение величины ОДУ составило 16 т (5%). Промысловые запасы лососёвых сосредоточены на северо-востоке региона, главным образом в водоёмах Республики Саха (Якутия) (рис. 5). Наиболее массовыми рыбами являются арктический голец и ленок. Таймень и эндемичные формы голецов занесены в Красные книги ряда регионов. Среднегодовой вылов сибирских лососёвых 30–40 лет назад равнялся 167 т, потенциальный вылов оценивался в 700 т. Рассредоточенность многих популяций лососёвых по мелким, труднодоступным водотокам обеспечивает относительную стабильность запасов на современном низком уровне. Численность стад, активно осваиваемых промыслом, снижается. В частности, уловы гольца за последние три года снизились с 66 до 4 т. Лососеводство в Сибири не развито. Лишь на Норильском рыбоводно-ин-

кубационном заводе (НРИЗ) в небольших масштабах осуществляется воспроизводство арктического гольца. Ежегодно с этого предприятия выпускается 200–300 тыс. шт. молоди гольца. Работы по сбору и инкубации икры тайменя на Енисее, Алтае и Урале, а также ленка на Байкале носят экспериментальный характер. Маточные стада сибирских лососёвых видов рыб до настоящего времени не созданы. Максимальные объёмы искусственного воспроизводства лососёвых в перспективе оцениваются в 10 млн шт. молоди в год. Необходимо отметить, что сибирские лососёвые рыбы являются перспективными объектами холодной аквакультуры.

Из семейства *хариусовых* промысловое значение имеет один вид — хариус сибирский. Его запасы по Сибири распределены более равномерно, чем лососёвых рыб (рис. 6). В 2013 г. ОДУ хариуса определено в 259 т. Падение с 2010 г. составило 56 т, что составляет 17,8%. Максимальные объёмы искусственного воспроизводства хариуса в Сибири и на Урале оцениваются в 11 млн шт. молоди в год. За последние десять лет количество выпускаемой молоди хариуса колебалось от 0 (2006 г.) до 1,7 (2009 г.) млн экз. в год при среднем значении 0,57 млн экз. Регулярное воспроизводство хариуса осуществляется только на Норильском РИЗ. Экспериментальные работы проводились на Байкале, Братском и Красноярском водохранилищах и на Урале. Маточные стада хариуса в промышленных условиях до настоящего времени не созданы. Быстрорастущие формы хариуса в перспективе



Рис. 5. Распределение годового улова лососёвых рыб по регионам Сибири

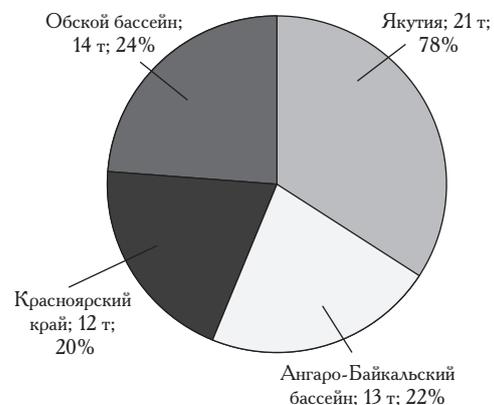


Рис. 6. Распределение среднегодового улова хариуса по территории Сибири

могут быть объектом товарного выращивания и коммерческого спортивно-любительского рыболовства.

*Сиговые рыбы* составляют основу промысловых запасов ценных видов рыб Сибири и Урала. На 2013 г. их суммарная величина ОДУ определена в 15,7 тыс. т, что составляет около 80% от общей величины ОДУ сиговых по стране. На протяжении последних восьми лет отмечается снижение запасов сиговых Сибири. В 2005 г. ОДУ этой группы рыб оценивался в 22,7 тыс. т, в 2010 г. — 17,5 тыс. т. За восемь лет снижение ОДУ составило 7 тыс. т, что составляет 30,8%. Только за последние три года снижение составило 1,8 тыс. т, 10,1% по отношению к 2010 г. Наиболее существенное падение запасов наблюдается в Обь-Иртышском бассейне, где величина ОДУ сиговых рыб снизилась за указанный период в два раза. Снижение запасов обских сиговых видов рыб отчасти связано с влиянием колебаний водности бассейна, но основной причиной является антропогенный пресс.

Наиболее массовые сиговые рыбы Сибири — ряпушка сибирская (28% от ОДУ), пелядь, омуль (по 18%), сиг-пыжьян (13%), чир (11%) и муксун (7%). Запасы сиговых рыб распределены неравномерно. Наиболее зна-

чительны они в Обь-Иртышском бассейне — 42% от величины ОДУ сиговых рыб Сибири. Доля водоёмов Якутии — 30%; Красноярского края — 18%; Байкала — 10% (рис. 7, 8). По экспертным оценкам фактический вылов находится на уровне величины ОДУ. В период устойчивого функционирования рыбохозяйственного комплекса страны в 70–80-е гг. прошлого века в естественных водоёмах Сибири в среднем вылавливалось 20 тыс. т сиговых в год. На основании расчётов, основанных на величине промвозврата, определено, что в 2010 г. мероприятия по искусственному воспроизводству обеспечили 1,55 тыс. т ОДУ сиговых рыб в регионе. Величина ОДУ, обеспеченная работой рыбоводных предприятий, оценивается в 430 т по омулю, 440 т по пеляди и 300 т по муксуну.

Наиболее масштабно проводится воспроизводство сиговых рыб. В настоящее время в Сибири и на Урале действует 14 рыбоводных предприятий, специализирующихся на воспроизводстве этой группы рыб. К основным, стабильно работающим предприятиям, относятся только Большеречинский рыбоводный завод (оз. Байкал), Тобольский региональный рыбопитомник (Обь-Иртышский бассейн). Суммарное производство личинок

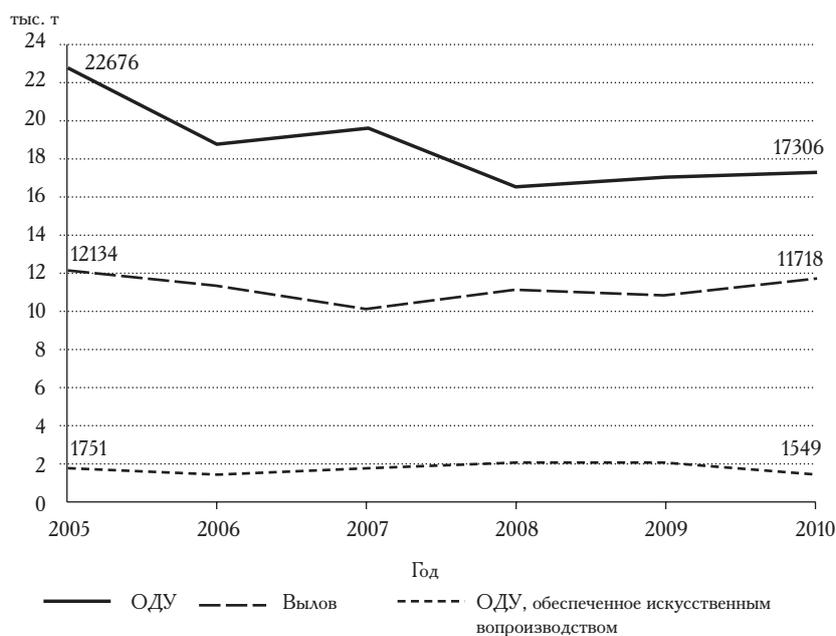


Рис. 7. ОДУ и вылов сиговых рыб в Сибири и на Урале

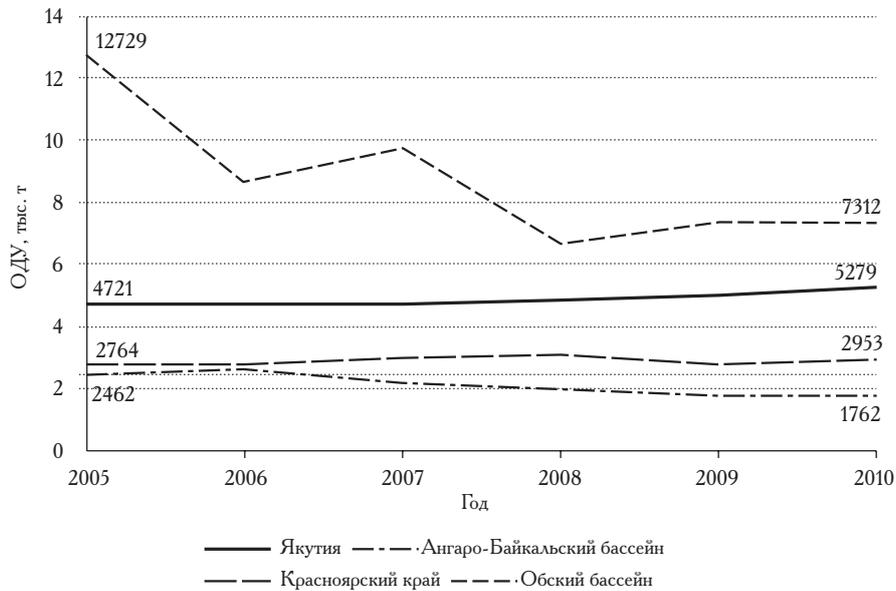


Рис. 8. Динамика ОДУ сиговых рыб в различных регионах Сибири

сиговых в 2010 г. составило 975 млн экз., в 2011 г. — 1455 млн экз. (рис. 9, 10, 11, 12). Необходимо отметить, что за последние десять лет прослеживается тенденция к снижению количества ежегодно выпускаемых личинок сиговых рыб. Так, если в 2001—2003 гг. в среднем выпускалось 1,92 млрд личинок в год, то в 2009—2011 гг. — всего 1,46 млрд экз. Снижение объёмов искусственного воспроизводства сиговых рыб связано в основном с организационно-финансовыми причинами. В частности, двух-трёхкратное падение количества выпускаемых личинок омуля является следствием неудачной реорганизации (акционирования) комплекса рыбоводных предприятий Байкала. Отрицательно влияют на количество собираемой икры и выпускаемых личинок сиговых рыб организационные сложности с выделением квот на отлов про-

изводителей в целях воспроизводства и неопределённость госзаказа на объёмы работ по искусственному воспроизводству даже на ближайшую перспективу.

Основными объектами искусственного воспроизводства являются байкальский омуль и пелядь. В 2011 г. доля первого вида в суммарном количестве выпускаемых личинок составила 46%, второго — 37%. Значение омуля в общих объёмах воспроизводства снижается. Доля рипуса и гибрида *пел x чир* составляет 11 и 4% соответственно.

Максимальный объём искусственного воспроизводства сиговых рыб в Сибири и на Урале оценивается в 1,3 млрд шт. молоди в год.

В 2006 г. Госрыбцентром был разработан проект перспективной программы развития искусственного воспроизводства ценных видов рыб Сибири. По состоянию на 2013 г. инфор-

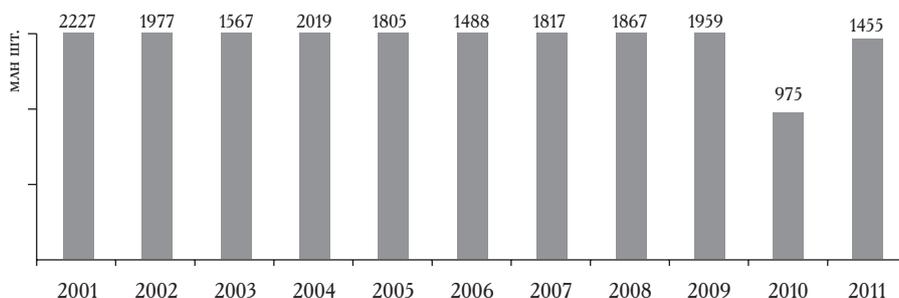


Рис. 9. Производство личинок сиговых рыб в Сибири и на Урале

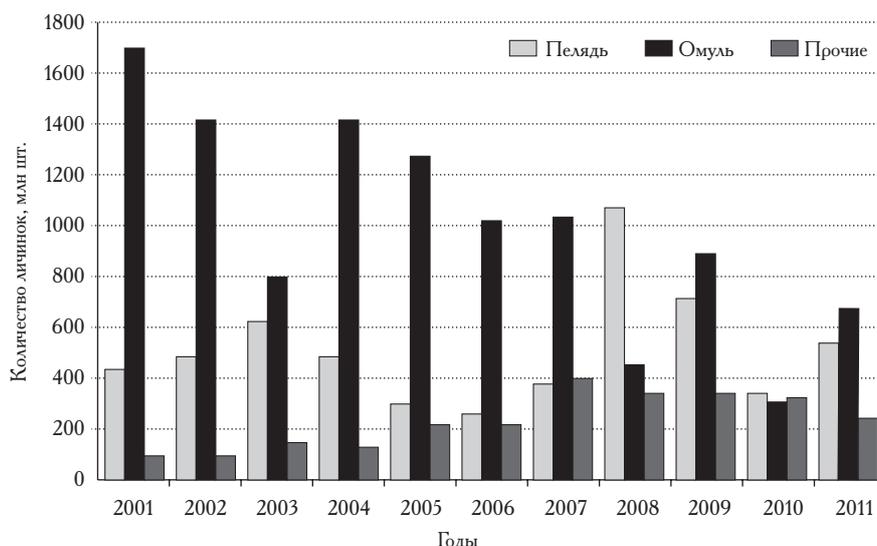


Рис. 10. Производство личинок пеяльди и омуля в Сибири и на Урале в 2001–2011 гг.

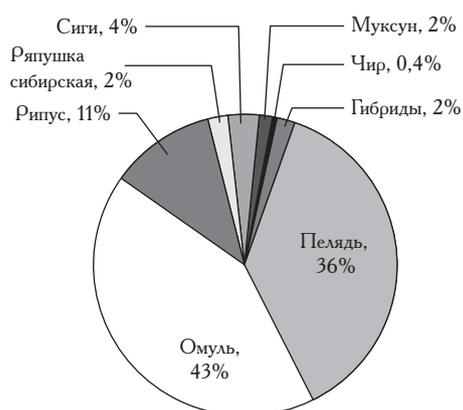


Рис. 11. Видовой состав выпускаемых личинок сиговых рыб (средние данные за 2009–2011 гг.)

мация требует актуализации с учётом произошедших изменений.

В целом оценивая ситуацию по искусственному воспроизводству Урала и Сибири, к сожалению, можно отметить две устойчивых тенденции: снижение выпуска личинок в водоёмы региона и снижение запасов ценных промысловых видов рыб.

Достижение устойчивого и эффективно-го результата работ по воспроизводству ценных видов рыб возможно при сочетании трёх факторов: организационного начала, финансового обеспечения и интенсификации производства.

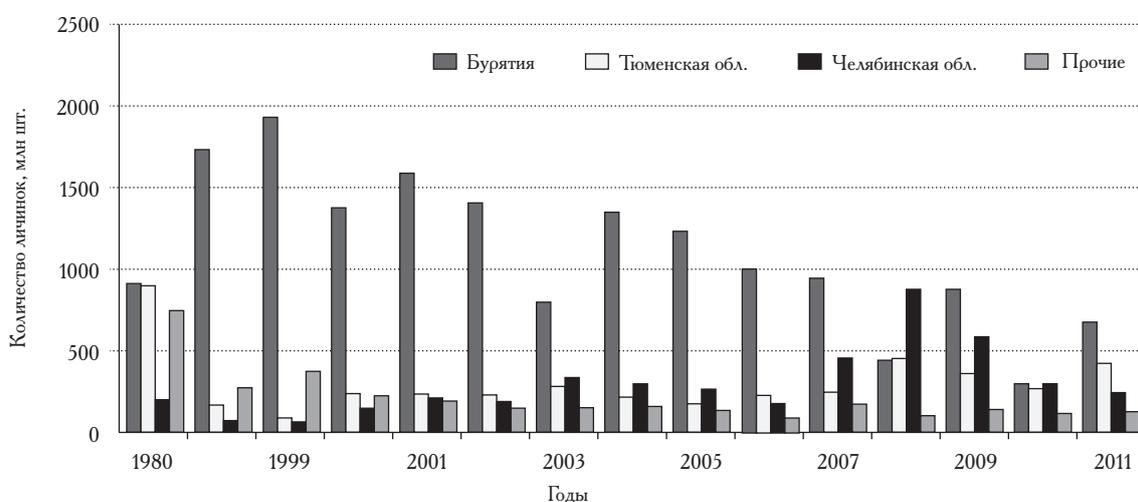


Рис. 12. Выпуск личинок сиговых рыб в регионах Сибири и Урала

В настоящий период специалисты отдела воспроизводства рыбных запасов Госрыбцентра по своей инициативе проводят экспериментальные исследования и конструкторские разработки с целью совершенствования следующих интенсивных технологий:

- сбор икры сиговых рыб экологическим методом;
- ускоренная инкубация икры в управляемом температурном режиме;
- активное управление динамикой выклева личинок;
- интенсивное выращивание молоди сиговых рыб в установках с замкнутым циклом водоснабжения;
- выращивание ремонтно-маточных стад сиговых рыб в садках и бассейнах.

*Экологический метод сбора икры* основан на естественном нерестовом поведении производителей рыб в специальных устройствах [Дзюменко, 1984]. Благодаря своим принципиальным отличиям этот метод минимизирует ручной труд рыбоводов, в результате чего производительность труда возрастает в пять-шесть раз по сравнению с традиционной технологией сбора икры сиговых рыб. Пропорционально увеличиваются объёмы сбора при достаточной обеспеченности производителями. Так, на рыбоводном пункте «Рахтынья» (Обской бассейн) с 1976 по 2000 гг. ручным способом в среднем собиралось 76 млн шт. икры сиговых рыб. После отработки и внедрения биотехники сбора икры пеляди экологическим методом в 2007–2010 гг. среднее количество собираемой икры составило 316 млн шт. при численности рыбоводной бригады 5–6 человек.

По объёмам сбора экологический метод становится основным в сиговодстве. В 2010 г. при помощи этой технологии было получено 1,1 млрд шт. икры сиговых рыб (790 млн шт. икры байкальского омуля и 300 млн шт. икры пеляди), что составляет около 52% от общего количества собранной в стране икры сиговых. До неудачной реструктуризации комплекса рыбных заводов Байкала экологическим методом собиралось до 2,6 млрд икринок омуля за сезон (2000 г.) [Семенченко, Палубис, 2006].

Несмотря на очевидные преимущества, в промышленных масштабах экологический

метод применяется лишь на Байкале для омуля и в Обь-Иртышском бассейне для двух форм пеляди. Причины недостаточно широкого применения новой интенсивной технологии сбора икры носят как объективный, так и субъективный характер. Экспериментальные работы с пелядью, тугуном, сигом-пыжьяном показали, что биотехника сбора икры должна учитывать особенности экологии размножения каждого из видов [Семенченко, 2010]. При ограниченных возможностях для проведения экспериментов подбор технических решений и оптимизация режимов эксплуатации устройств для сбора икры — медленный процесс. Так, при отработке биотехники сбора икры обской пеляди удовлетворительные результаты удалось получить только через десять лет после начала опытов. С рядом других видов сиговых рыб проведены лишь предварительные эксперименты. Расширение перечня видов, для которых отработана биотехника экологического метода сбора икры, внедрение новой технологии во всех основных регионах сиговодства — основные задачи по перспективному развитию этого технологического направления.

*Ускоренная инкубация икры в управляемом температурном режиме.* В настоящее время инкубация икры сиговых проводится в температурном режиме, близком к естественному на нерестилищах. Активное управление температурой инкубации, как правило, не предусматривается. Такой подход оправдан при искусственном воспроизводстве сиговых, в тех случаях, когда предполагается зарыбление личинками сразу после вскрытия водоёмов ото льда. При интенсивных формах рыбного хозяйства может возникнуть технологическая потребность максимально сократить продолжительность эмбриогенеза. Скорость эмбрионального развития функционально определяется температурой инкубации [Детлаф, Детлаф, 1960]. Контролируемое изменение температуры инкубации означает управление скоростью развития зародышей. В этой связи становится актуальным изучение видоспецифических отличий зависимости скорости развития зародышей от температуры у сиговых рыб, их терморезистентности и термотолерантности в эмбриогенезе. Результатом таких

исследований является возможность прогнозирования длительности развития зародыша во всём диапазоне температур, соответствующих экологической валентности вида. Минимальная продолжительность успешной инкубации достигается при температурном режиме, соответствующем верхнему порогу технологической нормы. Температурную технологическую норму можно определить как зону температур, в которой этот фактор не оказывает отрицательного влияния на развивающийся зародыш. На основе результатов исследований влияния температуры на эмбриогенез апробировано несколько вариантов температурного режима интенсивной инкубации икры пеляди, сига-пыжьяна и чира. Было экспериментально доказано, что длительность нормально протекающего эмбриогенеза пеляди можно сократить до 86 суток, что составляет половину длительности инкубационного периода на рыбободных заводах. Это означает, что в условиях управляемого температурного режима личинок озёрной формы пеляди можно получать уже в конце февраля — начале марта, а личинок речных форм сиговых — в конце января. Период с момента такого раннего выклева до начала вегетационного сезона целесообразно использовать для выращивания крупного жизнестойкого посадочного материала.

*Активное управление динамикой выклева личинок.* Как и у других рыб, момент выклева зародышей сиговых рыб строго не приурочен к определённой степени эмбрионального развития. В зависимости от условий инкубации выход зародышей из оболочки икры может смещаться в пределах двух завершающих этапов эмбриогенеза. Разработан метод стимуляции и синхронизации выклева зародышей сиговых рыб в конце инкубации. Обычно выклев предличинок и личинок сиговых рыб в условиях инкубационного цеха продолжается от одной до трёх недель. При необходимости этот процесс можно сократить до нескольких часов за счёт применения метода стимуляции выклева барботированием в переменном температурном режиме [Семенченко, 2000].

*Интенсивное выращивание молоди сиговых рыб в установках с замкнутым циклом водоснабжения.* Дефицит жизнестойкой молоди — один из основных факторов, лимитирующих масштабы искусственного воспроизводства и товарного выращивания ценных видов рыб.

Известно, что по мере развития рыб устойчивость к неблагоприятным воздействиям среды повышается и, соответственно, снижается смертность. Поэтому количество необходимого посадочного материала можно многократно сократить, предлагая для традиционного пастбищного и садкового выращивания подрощенную жизнестойкую молодь. Причём выращивание личинок и ранней молоди в этом случае должно проходить в контролируемых, близких к оптимальным, условиях. Эта задача решается за счёт использования интенсивных технологий выращивания. К наиболее интенсивным технологиям относится использование установок с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Масштабы применения УЗВ для полноточкового выращивания рыбы относительно невелики. Причина — высокая затратность интенсивных технологий выращивания. Причём текущие затраты на выращивание многократно увеличиваются по мере роста рыб. Для повышения экономической эффективности предлагается использовать УЗВ для выращивания жизнестойкой молоди с последующим переходом на менее интенсивные традиционные технологии выращивания рыбы (садковое и пастбищное рыбководство). Для реализации предложенной технологической схемы в 2009 г. была разработана малогабаритная УЗВ (мини-УЗВ), функционально заменяющая в рыбободном процессе традиционный мальковый бассейн (например, ейский лоток) и отличающаяся от него возможностью автономного управления температурным и газовым режимами выращивания [Семенченко и др., 2010]. Замкнутый цикл водоснабжения позволяет экономить электроэнергию, затрачиваемую на нагрев или охлаждение воды, циркулирующей в устройстве, и значительно снижает водопотребление по сравнению с проточной системой. Устройство укомплектовано компактной инкубационной стойкой, которая обеспечивает развитие икры в управляемом температурном режиме. В настоящее время в Госрыбцентре изготовлено и успешно эксплуатируется восемь мини-УЗВ оригинальной конструкции.

В перспективе комплексное применение перечисленных технологий позволит ликвидиро-

вать дефицит посадочного материала сиговых рыб. В частности, массовое выращивание маточных стад сиговых в индустриальных условиях в сочетании с высокопроизводительным экологическим методом сбора икры обеспечит стабильную загрузку инкубационных цехов в соответствии с текущими потребностями. Интенсивная инкубация икры в управляемом температурном режиме с последующим выращиванием личинок в мальковых мини-УЗВ позволит производить зарыбление относительно крупной молодью в ранние сроки. В результате снижения смертности повысится эффективность использования посадочного материала и, соответственно, снизится количественная потребность в нём. Кроме того, на один—два месяца увеличится длительность сезона интенсивного роста рыб, что позволит получать более крупных сеголетков при товарном выращивании в озёрах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Детлаф Т. А., Детлаф А. А. 1960. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР. Т. 134. № 1. С. 199—202.
- Дзюменко Н. Ф. 1984. Новая технология сбора икры байкальского омуля // Рыбное хозяйство. № 10. С. 26—27.
- Семенченко С. М. 2000. Способ стимуляции вылупления личинок сиговых рыб // Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоёмах России. СПб.: ГосНИОРХ. С. 212—216.
- Семенченко С. М. 2010. Итоги внедрения экологического метода сбора икры сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Седьмое международное научно-производственное совещание (Тюмень, 16—18 февраля 2010 г.). Материалы совещания. Тюмень: Госрыбцентр. С. 254—261.
- Семенченко С. М., Палубис С. Э. 2006. Итоги работ по искусственному воспроизводству байкальского омуля // Вопросы рыболовства. Т. 7. № 1 (25). С. 137—149.
- Семенченко С. М., Смешливая Н. В., Антонов А. И., Тутулов И. А. 2010. Интенсивная технология выращивания жизнестойкой молоди сиговых рыб // Перспективы инновационного развития АПК. Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвящённой 420-летию земледелия Зауралья (Тюмень, 11—13 августа 2010 г.). Тюмень. С. 513—519.

## Artificial reproduction of the valuable fish species of Ural and Siberia: current status, problems and perspectives

*A. I. Litvinenko, S. M. Semenchenko, Ya. A. Kapustina*

FSUE «Gosrybcentr»

The article presents an analysis of the state of artificial reproduction of valuable fish species of the Urals and Siberia. There have been two consistent trends: decrease in production larval and juvenile in water bodies in the region and the reduction stocks of valuable fish species. Gosrybcentr presents innovative initiative to intensify the development of artificial reproduction technologies.

**Key words:** artificial reproduction, valuable fish species, intensive fish farming technology.