

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного
рыбоводства - ФГБНУ ВНИИР**

**«Государственно-кооперативное объединение рыбного хозяйства
(Росрыбхоз)»**

ЗАО "Международный выставочный комплекс ВДНХ"

АКВАКУЛЬТУРА СЕГОДНЯ

**Доклады Всероссийской научно-практической конференции
4 февраля 2015 г.**



**Москва
2015**

УДК 577.4:591.524.12

**ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗРАБОТКИ БИОТЕХНИКИ ИНТЕНСИВНОГО
ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ В
ЗАВОДСКОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ**

Гарлов П.Е., Титаренко К.А., Янбухтин Д.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет», email: garlov@mail.ru*

**BIOENGINEERING INTENSIVE REARING OF JUVENILE ATLANTIC
SALMON IN FACTORY REPRODUCTION**

Garlov P.E., Titarenko K.A., Yanbukhtin D.A.

***Резюме.** В статье изложены результаты многократного усиления роста молоди лосося при садкового выращивании в солоноватой морской воде. Предложена к рассмотрению новая схема комплексного лососевого рыбоводного завода с включением в биотехнологию морского садкового рыбоводного участка для содержания маточного стада и доращивания ранних заводских смолтов до крупной жизнестойкой молоди*

***Ключевые слова:** заводское воспроизводство лосося, садковое солоноводное рыбоводство*

***Summary.** Results of the multiplier growth young salmon at a cage fish farming in brackish seawater are outlined. A new scheme of complex salmon-breeding factory is proposed to discussion. It includes marine biotechnology of cage breeding area of broodstock and of growing early factory smolts to large viable juveniles*

***Key words:** plant reproduction, salmon cage- brackish seawater farming*

Установлено, что достаточной выживаемостью для обеспечения эффективного воспроизводства обладает двухгодовалая смолтифицированная молодь лосося массой не менее 35-40г., соответствующая скатывающейся природной (Яндовская и др., 1979; Христофоров, Мурза, 2014). Однако, в заводских условиях спонтанная смолтификация может наступить уже у сеголетков, а в годовалом возрасте у 20-25 г. молоди она имеет массовый характер. Поэтому к настоящему времени, чтобы избежать больших производственных потерь, рыбоводные заводы в массе выпускают годовалую смолтифицированную молодь [Инструкция о порядке учета рыбоводной продукции..., 1995]. В заводском воспроизводстве используются системы адаптаций речного периода жизни, обеспечивающие миграции, созревание,

нерест, формирование и развитие особи в реке, которые связаны с расходом материально-энергетических ресурсов и обратимым снижением степени эврибионтности [Гарлов, 2001; Garlov, 2005].

Цель воспроизводства – достижение максимальной продуктивности популяции и достигается она в море на нагуле. Эти возможности мы впервые и предлагаем доиспользовать на основных ограничительных этапах воспроизводства. Основным фундаментальным обоснованием предлагаемого метода интенсивного выращивания молоди является наше общебиологическое положение о необходимости практического использования систем видовых филогенетических адаптаций, обеспечивающих максимальную выживаемость и, в итоге, продуктивность, которые наиболее полно реализуются в период морского нагула [Гарлов, 2011].

Первоначально эффект значительного (3-8-кратного) повышения темпов роста в солоноватой воде Балтийского моря был установлен у ручьевой и радужной форелей в возрасте сеголеток годовиков, двухлеток (впервые в 1916г. в Германии). На основе этих данных и анализа проявлений в природе «Скрытых возможностей роста рыб» при различной смене экологических условий (на примерах роста форели, проходной сельди, камбалы в разных районах Балтики; горбуши) проф. Е.К. Суворов для ускорения роста рекомендовал и даже организовал в 1940 г. на Белом море начало опытов по пересадке молоди семги в море [Суворов, 1940]. Опыты, начатые во ВНИОРХе продолжили П.И. Новиков и Н.А. Рубан, которые установили верхний порог оптимального выживания личинок семги в 5‰ [Новиков, 1953; Новиков, Рубан, 1957]. Чуть позднее Н.Д. Никифоров, проанализировав механизмы осморегуляции, особенно состояние гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы лососей, выяснил степень выживаемости личинок и молоди семги от вылупления до покатного состояния в различной солености: 5, 7, 10, 15‰ [Никифоров, 1959]. Было четко установлено, что личинки от вылупления до резорбции желтка полностью выживают при 5-7‰ (в 10‰ за 23сут - 24% выживания). Сеголетки массой 150мг. лучше всего растут при солености 5-10‰. От сеголетков до годовиков выживаемость и кормовой коэффициент оптимальнее (кормовой коэффициент: 3, сравнительно с контролем: 5-6), при более высоком (на 10%) потреблении кислорода. В итоге автор обосновал возможность выпуска молоди в солоноватые воды: сеголетков – до 10‰, годовиков – до 15‰. Ю.П. Бабушкин выращивал в садке в солоноватоводном оз. Липовском (соединенном с Копорской губой Финского залива) 500шт. годовиков Невского лосося исходной массой 15г. в период с мая по октябрь (Рис. 1).

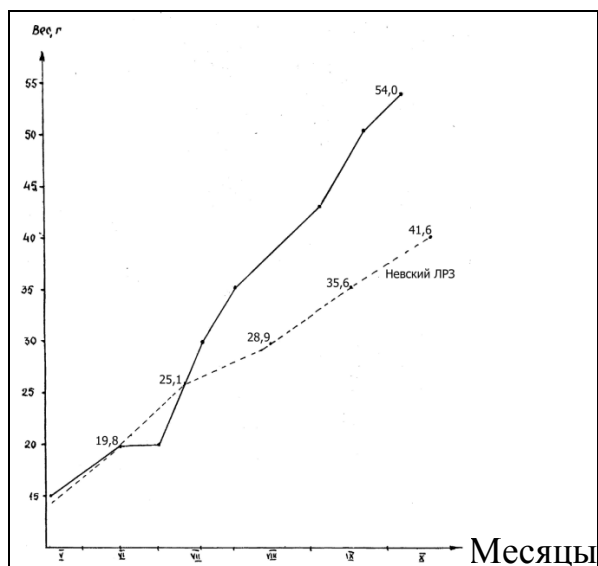


Рисунок 1 - Сравнительные результаты садкового выращивания годовиков Невского лосося на Липовском озере, сравнительно с многолетними средними показателями на Невском ЛРЗ [по: Бабушкин, 1976, дополнено]

Общий отход за период выращивания составил 254 шт. (50,8%). Средняя масса двухлеток в конце выращивания составила 55г. сравнительно с соответствующей заводской на Невском лососевом рыбноводном заводе (ЛРЗ) – 41,6г. Прирост за период выращивания составил 5,8кг, при кормовом коэффициенте – 8,8. Сопоставление графиков роста садковой молоди с таковым на Невском РЗ показывает, что ее прирост начинает резко превышать заводской с начала 2-го (июля) месяца выращивания при достижении ее массы 25г. На I Советско-Американской Научной конференции по охране и воспроизводству Атлантического лосося было доложено о новой биотехнологии искусственного воспроизводства лососей [Куфтина, Новиков, 1988]. Прежде всего установлено нормальное развитие лосося от оплодотворения до стадии малька в солоноватой морской воде 4-5‰. При том, что рост тела зародыша и процесс резорбции желтка – процессы независимые, повышается эффективность использования желтка на рост зародышей. Масса зародышей в этой среде возрастает на 10% по сравнению с таковой в пресной воде независимо от температуры. Авторами установлено, что инкубация икры и выращивание личинок в солоноватой воде 4-5‰ достоверно повышает устойчивость организма к внешним воздействиям вплоть до смолтификации. В итоге подчеркивается «необходимость разработки новых методов биотехники воспроизводства с целью использования потенциальных возможностей вида» для управления продуктивностью.

Эффект повышения усвоения корма сеголетками и темпов роста годовиков, особенно при сочетании повышенной температуры и солености, установлен также и для дальневосточных видов лососей - кижуча, чавычи а

также и для других видов рыб, например, сельдевых, кефалевых, осетровых и даже карповых [Обзор: Гарлов, 2011].

Усиление жизнестойкости молоди рыб в воде повышенной солености, близкой к "критической" (до 12‰) известно и использовано, например, в прудовом и бассейновом рыбоводстве для профилактики массовых заболеваний [Яндовская и др., 1966а, б]. Использован этот эффект и при транспортировке молоди, например тихоокеанской сельди "американского шэда" (*Alosa sapidissima*) и двух видов кефали (*Liza aurata* и *Chelon labrosus*). [Chittenden, 1973; Chervinski, 1978].

Нашими многолетними исследованиями эффектов влияния среды критической солености на организм производителей осетровых и костистых рыб вплоть до производственных проверок, доказана возможность длительной резервирования их в среде критической солености (4-8‰) при нерестовых температурах с сохранением высокого рыбоводного качества и получением доброкачественного потомства, [Гарлов, 2011; авт. свид. СССР №№ 682197, 965409]. Наиболее яркий эффект содержания рыб в этой среде – сохранение высокой степени выживаемости по сравнению с любыми другими средами, о чем свидетельствует и вся литература.

И, наконец, с 2011г. в садковом рыбопромысловом хозяйстве «Прибылово» в солоноватой воде Выборгского залива (2,5‰) от производителей лосося было получено потомство и выращена молодь (более 3 тыс. шт) до трехлетнего возраста. Результаты представлены в таблицах и на гистограммах (Табл. 1).

Таблица 1 - Основные рыбоводно-биологические характеристики разновозрастной молоди лосося, выращенной в садках Выборгского залива (рыбопромысловый участок «Прибылово»

	Масса тела (m, г.)	Общая длина (L, см.)	Коэффициент упитанности Q	Относительный прирост R
1+	281.2	28.7	1.1	0.49
2+	694	39.1	1.1	0.409

Сравнение средней массы молоди, выращенной в солоноватой воде с заводскими и нормативными данными показывает многократное усиление темпов роста при прочих равных условиях (температуры, кормления), особенно значительное с годовалого возраста (Табл. 2).

Таблица 2 - Средняя масса молоди лосося различных возрастных групп, выращенной в садках Выборгского залива (п. Прибылово), на Невском ЛРЗ и согласно нормативу

	Возраст			
	Сеголетки 0+	Годовики 1	Двухлетки 1+	Трехлетки 2+
Прибылово	15	160	280	694 (740, 910)
Невский ЛРЗ	11,3	26 (10-35)	41,6	-
Норма по Лен. обл.	5-7	9-18	20-25	-

График сравнения сезонного роста разновозрастной молоди, выращенной в солоноватой воде и на рыбоводном заводе представлен на рис. 2.

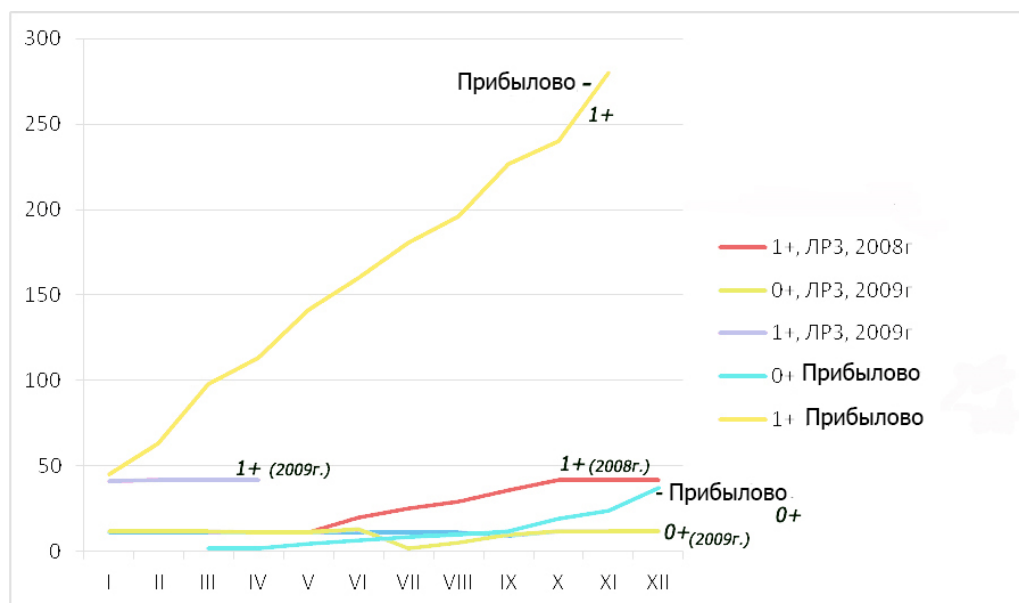


Рисунок 2 - Сравнительный график динамик роста (массы) молоди лосося в садках в солоноватой воде (Прибылово) и на Невском ЛРЗ Обозначения: 0-300 – масса молоди (г.), I-XII - месяцы года, 0+ - сеголетки, 1+ – двухлетки

Таким образом, в итоге длительного производственного эксперимента показано прогрессивное многократное (от 1,3 до 10,7 раз) усиление роста молоди в этой среде.

Наибольшие отходы молоди лосося происходят на конечных этапах биотехники выращивания вследствие асинхронности достижения смолтификации, несоответствия степеней развития и акселерации в заводских

условиях в речной воде, неподготовленности к выживанию в окружающей среде, например информационной обедненности и т.д.

Это окончательно убеждает в необходимости разработки и испытания нового научно обоснованного биотехнического метода конечного садкового доращивания заводской молоди в период ее смолтификации в садках в солоноватой воде и выпуска ее на подготовленные нагульные участки. Важно, что предлагаемый метод исключает и массовое появление карликовых самцов. Мы предполагаем, что продление процесса преадаптации молоди лосося путем садкового доращивания ее в солоноватой воде значительно усилит темпы роста, акселерирует развитие ее даже при незначительной минерализации среды (возможно уже с 2‰), а степень выживаемости - при достижении критической солености 4-8‰ [Гарлов, 2011]. В последние годы аномально высокие летние температуры, нарушая все звенья процесса воспроизводства, вынуждают заводы в аварийном порядке выпускать недорощенную молодь (сеголетков) вблизи территории заводов. Разработку биотехники выпуска молоди, каждый конкретный процесс которого должен быть предварительно распланирован и всесторонне организован с установлением персональной ответственности, следует рассматривать как приоритетную задачу и важнейший заключительный этап системы воспроизводства, обеспечивающий его эффективность. В биотехнике выпуска молоди необходимо разработать и установить научно-обоснованные мониторингом места массового нагула и оптимальные сроки выпуска подготовленной двухгодичной молоди (с годовалого возраста - смолтов) в водоем и, главное, в этих условиях привлечь промышленный и спортивный промысел к мелиорации этой строго охраняемой, а по возможности и защищенной от любых хищников акватории. Доращивание (особенно режимы кормления, ветнадзор) и выпуск молоди возможно проводить только под постоянным контролем ЛРЗ Севзапробвода и Северо-Западного Территориального управления ФАР, ГосНИОРХа, СПбГАУ.

Обязательно, чтобы садковый морской рыбоводный (рыбопромысловый) участок выступал в особом (юридическом) статусе «заводского специализированного внешнего цеха» в составе ЛРЗ с зачетом всего цикла новой биотехники в продукцию собственно рыбоводного завода.

И, наконец, в лососеводстве, в отличие от осетроводства, производителей (исходно) заготавливают на нерестилищах в ущерб естественному воспроизводству. Промысловая зависимость заводов в сочетании с промысловой нагрузкой на нерестилища, как и сам промысел ценных и охраняемых видов рыб в период и на местах нереста может являться основной причиной прогрессивного снижения численности, вплоть до истребления. Сейчас часто принято противопоставлять естественное и искусственное воспроизводство («либо естественное – либо заводское»). В связи с растущим

дефицитом доброкачественных производителей при заводском воспроизводстве (лососевых и осетровых) разрабатывают и уже успешно применяют биотехнику формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад в условиях речного водоснабжения. Поэтому применение современной биотехники содержания и эксплуатации ремонтно-маточных стад и интенсивного выращивания молоди может объединить интересы всех форм воспроизводства, промысла и даже товарного выращивания.

В итоге мы предлагаем к обсуждению схему комплексного заводского воспроизводства лосося сочетающего индустриальные возможности заводского и садкового выращивания в солоноватой воде критической солености (Рис. 3). В производственные циклы работы рыбоводного завода предлагается включить деятельность и продукцию морского садкового рыбопромыслового участка, как внешнего цеха завода. Сюда на заготовку производителей, садковое содержание маточных стад и доращивание серебрящейся заводской молоди в солоноватой воде до жизнестойких стадий развития (массой более 40г.) можно перевести эти заводские циклы с зачетом результатов выпуска на нагульные площади в продукцию рыбоводного завода. Такая «морская» централизация начального и конечного заводских циклов возможна благодаря тому, что хоминг лососей генетически не закреплен, а импринтинг, по-видимому, формируется уже в первое лето заводского выращивания личинок и ранней молоди с момента перехода на активное питание.

Это показано, например, опытами Хаслера из Лимнологического центра Висконсинского университета на сеголетках кижуча, выращенных в течение 1 мес. в бассейнах с добавлением N-гидроксиэтил-морфолина, либо фенетилового спирта [Hasler, Scholz, 1983; Hasler, 1988]. После 18-месячного нагула подопытной молоди был получен яркий эффект управляемого («облигатного») хоминга в реках с растворением этих химикатов (соответственно: 95 и 92% возврата в обработанные каждым препаратом реки). Поведенческие реакции с признаками ольфакторного импринтинга были установлены также у личинок осетровых уже в период перехода на активное питание [Voiko, 2003; Бойко, 2008].



Рисунок 3 - Схема комбинированного рыбоводного хозяйства, включающая лососевый рыбоводный завод и садково-вырастные участки выращивания крупной смолтифицированной молоди и ремонтно-маточного стада в солоноватой морской воде

Для возможного внедрения предложенной биотехники непосредственно на рыбоводных заводах, круглогодичного рыбозаведения, наконец для защиты продукции от загрязнений среды, разработана система замкнутого водоснабжения рыбоводных хозяйств путем внесезонного подземного гидрокондиционирования среды (Рис. 4). Система функционирует на основе принципа управления размножением рыб триадой экологических факторов [Гарлов с соавт.: статья в настоящем сборнике] и на природно-промышленных принципах инженерной экологии [Гарлов, 2011].

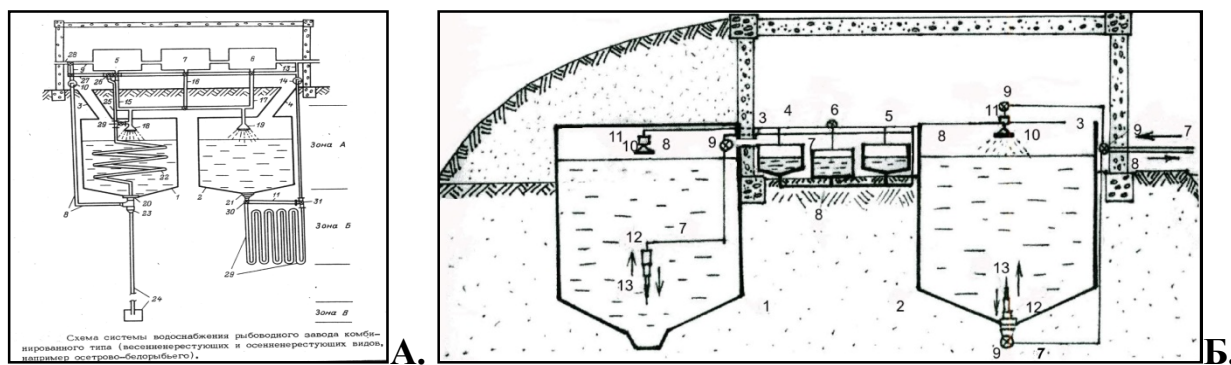


Рисунок 4 - А. Система водоснабжения рыбоводного завода комбинированного типа для воспроизводства весеннерестующих и осеннерестующих видов рыб (по а.с. СССР № 982614). Система содержит 2 подземных резервуара (1, 2), расположенных ниже слоя сезонного промерзания (в зоне А), каждый из которых связан с рыбоводными бассейнами (5, 6), со средствами аэрации и очистки воды (7). Б. Система водоснабжения рыбоводных хозяйств (по патенту на изобретение РФ № 2400975), включающая резервуары-отстойники, частично заглубленные в грунт (1, 2), рыбоводные бассейны (4, 5), вспомогательные средства водоподготовки (6)

Сущность технологического решения состоит в том, что водоснабжение рыбоводных хозяйств дополнительно обеспечивается системой заглубленных, либо полузаглубленных в грунт резервуаров-отстойников большого объема. Такая система водоснабжения, по сути принципиально новое отечественное устройство замкнутого водоснабжения (УЗВ), позволяет в изолированных от климата условиях впервые согласованно разрешить ранее альтернативные объемно-зависимые проблемы энергозатрат (требующие снижения объемов воды) и очистки воды (требующие увеличения объемов воды) в резервуарах-отстойниках.

Основной принцип эксплуатации системы заключается в заполнении одного из резервуара-кондиционеров "холодной" водой (например 3-7⁰С), а другого - "теплой" (9-15⁰С) в соответствующие сезоны года и дополнительном водоснабжении ими наземных рыбоводных бассейнов по системам замкнутой циркуляции воды. Рассмотрены и возможные варианты управления составом воды и длительной межсезонной термостабилизации ее системой заглубленных теплообменников в соответствующих грунтовых зонах (Рис. 4А).

Технико-экономическими расчетами показано, что уже при объеме воды в резервуаре свыше 10 тыс м³ скорость теплопередачи в грунт уменьшается до 0,1⁰С/мес, а степень очистки воды прогрессивно возрастает за счет эффекта отстаивания. Таким образом, с увеличением объема резервуаров-гидрокондиционеров пропорционально возрастает продуктивность системы и

снижается ее удельная себестоимость при сохранении максимальной надежности, доступной для любой культуры производства.

С целью повышения эффективности воспроизводства в целом путем его заинтересованности в конечном промысловом возврате предлагается введение нового правового, юридического статуса «природно-промышленных комплексов» для рыбоводных заводов [см. интернет: «ППК»]. Создание единого комплекса естественного и заводского воспроизводства на основе современной эффективной биотехники, эксплуатации РМС, жесточайшего исключения «нерегулируемого промысла» с пропорциональным развитием рекреационной аквакультуры позволит объединить интересы воспроизводства, промысла, а в перспективе и товарного выращивания. Вся биотехника воспроизводства рыбных запасов (важнейших, трудно возобновляемых водных биологических ресурсов) природно-промышленными рыбоводными комплексами должна быть основана на индустриальных принципах инженерной экологии. С другой стороны, в систему рыбохозяйственного природопользования необходимо включить механизм обратной связи в виде паспортизации популяций ценных видов промысловых рыб. Такая паспортизация (содержащая также и известную - идентификационно-генетическую, кадастровые сведения) должна включать в себя характеристики прежде всего продуктивности, численности, полового и возрастного составов популяции, показателей состояния видового биологического прогресса, т.е. обязательный для соблюдения в графике и биотехнике заводского воспроизводства нормативный комплекс.

В статусе природно-промышленного комплекса рыбоводные заводы смогут осуществлять основную функцию эффективного управления воспроизводством, как естественным, так и искусственным, с их общей целью восстановления численности популяции лосося до исходного объема промыслового возврата.

Литература

1. Бабушкин Ю.П. Садковое выращивание форели в условиях оз Липовского и проведение отбора в 2 этапа с целью формирования маточного стада. Отчет I-IV кв. 1976г. ГосНИОРХ. МРХ РСФСР. 1977. 33с. Раздел 6.2. Выращивание Невского лосося. С. 27-31.

2. Бойко Н.Е. Физиологические механизмы адаптивных функций в раннем онтогенезе русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt. Автореф. диссерт. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. СПб. 2008. 32с.

3. Гарлов П.Е. «Биотехника управления размножением рыб» (ФАР ФГБНУ «ГосНИОРХ»). СПб. 2011. 95с.

4. Гарлов П.Е. Стресс как состояние "видовой" физиологической нормы, возникающее при единовременном нересте у некоторых видов рыб. В сб.: "Экологические проблемы онтогенеза рыб (физиолого-биохимические аспекты)". М.: МГУ. 2001. С. 266-282.
5. Инструкция о порядке учета рыболовной продукции, выпускаемой организациями Российской Федерации в естественные водоемы и водохранилища. Федеральное Агентство по Рыболовству. 1995. 49с.
6. Новиков П.И. «Северный лосось – семга (биология, промысел и искусственное разведение)». ГосИздат. Карело-Финской ССР. Петрозаводск. 1953. 133с.
7. Новиков П.И., Рубан Н.А. Опыт длительного выдерживания личинок семги в солоноватой воде. «Рыбное хозяйство Карелии». ВНИОРХ, Карельское отделение. Вып. 7. 1957. С. 164-167.
8. Никифоров Н.Д. Влияние солености на газовый обмен и выживаемость молоди семги. Известия ВНИОРХ. Т. XLVIII. 1959. С 108-121.
9. Куфтина Н.Д., Новиков Г.Г. О новом в биотехнологии искусственного воспроизводства лососей рода *Salmo*. Сб. «I Советско-Американская Научная конференция по охране и воспроизводству Атлантического лосося». Тезисы докладов. М. 1988. С 30-32.
10. Суворов Е.К. Использование скрытых возможностей роста рыб. – Информационный сб. консультативного бюро ВНИОРХа, 1940. 4. С. 7-9.
11. Хаслер (Hasler A.D.). Восстановление запаса лосося в реке Амур. Сборник материалов I Советско-Американской научной конференции по охране и воспроизводству Атлантического лосося. Тезисы докладов. М.: Союз охотн., рыбол., Америк. ассоциация "Trout Unlimited". 1988. С. 45-47.
12. Христофоров О.Л., Мурза И.Г. Значение заводского разведения для сохранения невской популяции лосося. Сборник материалов XV Международного экологического форума «День Балтийского моря». 2014. С. 112-113.
13. Яндовская Н.И., Казаков Р.В., Лейзерович Х.А. Инструкция по разведению Атлантического лосося. (под. ред. А.И. Левитан). Л.: ГосНИОРХ. 1979. 96с.
14. Яндовская Н.И., Лейзерович Х.А., Богданова Е.А. Инструкция о мероприятиях по борьбе с костиозом, хилоденеллезом, триходиниозом, гиродактилезом и дактилогирозом рыб в прудовых хозяйствах. М., Колос (МСХ СССР), 1966а: 15-24.
15. Яндовская Н.И., Лейзерович Х.А., Богданова Е.А. Инструкция по биотехнике разведения семги и лечебно-профилактическим мероприятиям при выращивании в бассейнах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1966б: 51 с.

16. Boiko N.E. Hexachloran and oil contaminations alters memorisation of odors in sturgeon, *Acipenser gьldenstdtii* Brandt. // J. Environmental Protection and Ecology.- 2003.- Vol. 4.- №1.- P.134-140.
17. Garlov P.E. Plasticity of Nonapeptidergic Neurosecretory Cells in Fish Hypothalamus and Neurohypophysis. International Review of Cytology. 2005, V. 245. P. 123-170.
18. Hasler A.D., Scholz A.T. Olfactory imprinting and homing in salmon. Investigations into the mechanism of the imprinting process. Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo; Springer Verlag. 134p.
19. Chittenden M.E. Transporting of american shad (*Alosa sapidissima*) in low salinity water. - J. Fish. Res. Board Can., 1973, Vol. 30, N 1: 38-45.
20. Chervinski J. The use of coarse table salt in acclimatization of *Liza aurata* (Risso) and *Chelon labrosus* (Risso) (*Mugil Chelo*) to fresh water. - In: Fish and Aquacult. Res. Stat., 1978, Vol. 30, N 1: 23-24.