

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ. РАН
РОССИИ**

Федеральные государственные бюджетные научные учреждения
**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Центр по исследованию водных генетических ресурсов
«АКВАГЕНРЕСУРС» Республики Молдова

АССОЦИАЦИЯ ГКО «РОСРЫБХОЗ»

«Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала»

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

7-9 февраля 2017 г.

Москва 2017

УДК 639
ББК 47.2
И 73

Оргкомитет конференции:

Серветник Г. Е. – председатель оргкомитета, директор ФГБНУ ВНИИР ФАНО России, д.с.-х.н., профессор

Шаляпин Г. П. – заместитель председателя оргкомитета, начальник управления Ассоциации «ГКО «Росрыбхоз», к.юр.н., к.б.н.

Лукин А. А. – исполняющий обязанности директора Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства, д.б.н.

Куркубет Г. Х. – директор Центра по исследованию водных генетических ресурсов «АКВАГЕНРЕСУРС» филиала Государственного предприятия «Республиканский центр по воспроизводству и разведению животных» Республики Молдова, д.б.н.

Лебедева М. В. – декан факультета экологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО РГСУ, к.ф.-м.н., доцент

Шишанова Е.И. – заместитель директора по научной работе ФГБНУ ВНИИР, к.б.н.

Ответственный секретарь – **Мамонова А. С.**, ученый секретарь ФГБНУ ВНИИР

Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала.
Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, ВДНХ, 7-9 февраля 2017 г.) [Электронный ресурс] – М.: Изд-во «Перо», 2017. – 541 с. 1 CD-ROM

Языки конференции: русский и английский

ISBN 978-5-906946-68-3

© ФГБНУ ВНИИР, 2017
© Авторы статей, 2017



УДК 577.4:591.524.12

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ БИОТЕХНИКИ
ВОСПРОИЗВОДСТВА БАЛТИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ**

Гарлов П.Е., Бугримов Б.С., Янбухтин Д.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (СПбГАУ), ФГБУ «Сев-Зап. Терр. Управл» ГлаврыбводаФАР),
e-mail: garlov@mail.ru*

**PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE NEW BIOENGINEERING
DEVELOPMENT OF THE BALTIC POPULATION ATLANTIC SALMON
REPRODUCTION**

Garlov P.E., Bugrimov B.S., Yanbukhtin D.A.

***Резюме.** В статье излагается новый способ эффективного воспроизводства Балтийской популяции атлантического лосося. Обсуждаются результаты его сравнительных испытаний, возможные преимущества и недостатки разработки новой биотехники воспроизводства. Предлагается первый этап НИР по выяснению возможности использования способа в УЗВ на лососевых рыбоводных заводах.*

***Ключевые слова:** искусственное заводское воспроизводство популяций рыб, биотехника разведения лосося, солоноватоводное рыбоводство*

***Summary.** A new method of efficient reproduction of the Baltic population atlantic salmon is described in the article. The results of comparative tests, the possible advantages and problems of developing a new biotechnology of reproduction are discussed. It is proposed that the first phase of the scientific-research work is to determine the possibility of using a new method of bioengineering in farm water recycling device.*

***Key words:** artificial factory reproduction of fish populations, tech breeding salmon, fish farming in brackish water*

С целью повышения эффективности заводского воспроизводства популяций промысловых рыб разработан метод управления размножением, темпами роста, степенью развития и подготовленности (преадаптации) молоди к морскому образу жизни в виде массовой заготовки производителей в море, содержания маточных стад в морских садках, получения здесь потомства и, после заводского выращивания личинок и молоди,

доращивания заводских смолтов в солоноватой морской воде «критической» солености (рис. 1) [3].

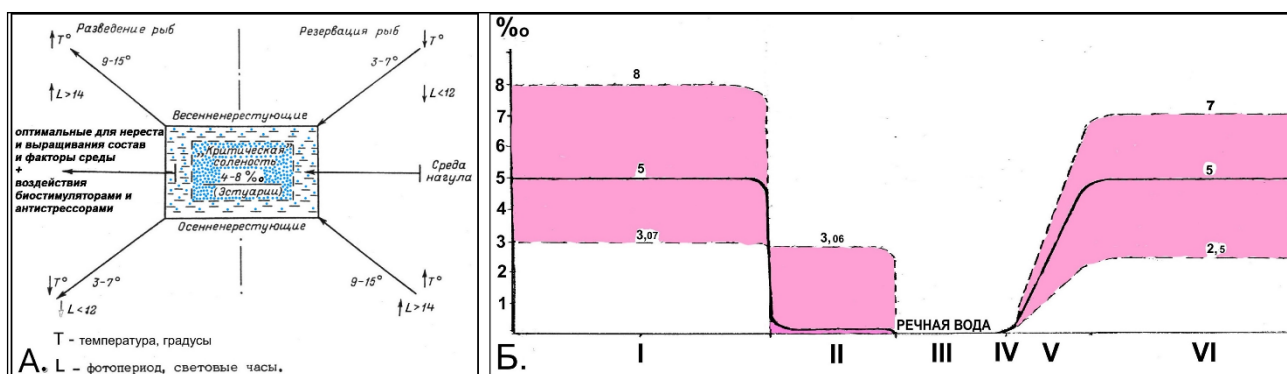


Рисунок 1 - А. Принцип управления разведением промысловых рыб триадой ведущих экологических факторов: сигнального ($T^{\circ}C$, L) и филогенетического (‰) значения (по: а.с. СССР № 682197). Б. Оптимальные режимы солености на разных этапах биотехники воспроизводства популяций лосося и севрюги (по: патенту на изобретение РФ № 2582347). По оси ординат: соленость (‰). По оси абсцисс: этапы биотехники: **I** – отсадка и резервирование производителей, содержание ремонтно-маточных стад; **II** – созревание производителей, оплодотворение икры; **III** – в речной воде: инкубация икры, подращивание личинок, выращивание молоди; **IV** – появление признаков готовности к миграции (смолтификация лососей); **V** – преадаптация молоди к морскому садковому содержанию; **VI** – морское садковое выращивание крупной жизнестойкой молоди. Обозначения: сплошная кривая – оптимальное значение солености, прерывистая кривая - заявленные допустимые значения (их диапазон - розовый сектор).

Сравнительные результаты испытания способа воспроизводства Балтийской популяции Атлантического лосося приведены в таблице 1.

По нашему представлению получение потомства от производителей в морской солоноватой воде на местах нагула и промысла имеет следующие основные преимущества: 1. Снятие промысловой нагрузки с нерестилищ, что может исключить все виды речного браконьерства. 2. Снятие промысловой зависимости с заводов. 3. Объединение интересов всех видов воспроизводства и промысла с промышленным использованием производителей. 4. Снижение производственных потерь при содержании маточных стад производителей в оптимальной среде резервирования.

Доращивания молоди в морской воде на местах нагула (пастбищах) с момента начала смолтификации также имеет ряд преимуществ: 1. Многократное усиление темпов роста при прочих равных условиях, особенно

Таблица 1 - Рыбоводно-биологические показатели производителей и молоди лосося в морских садках Выборгского залива и на Невском лососевом рыбоводном заводе (ЛРЗ)

Показатели (средние величины)	А. Характеристика производителей (средние величины за трехлетний срок.)					
	Общие характеристики		Из них самок:		Из них самцов:	
	Морские садки	Невский ЛРЗ	Морские садки	Невский ЛРЗ	Морские садки	Невский ЛРЗ
Количество отсаженных особей	82	163	44	88	32	75
Средняя масса (кг, пределы)	4,17 (1,5-5,7)	5,0(0,9-10,6)	3,6 (3,1-5,1)	6,3 (3,2-10,6)	4,4 (1,5-5,7)	2,1 (0,9-8,6)
Длина тела до хвостового стебля (по Смитту) – l, ad (см, пределы)	71,6 (62,5-78,1)	74,9(45-100)	74,3 (68,0-78,1)	82(70-100)	63,25 (62,5-64,0)	66,1(45-92)
Коэффициент упитанности по Фультону Q (пределы)	1,02 (0,6-1,4)	1,2(0,8-3,02)	1,09 (0,9-1,4)	2,6(2,3-3,02)	0,77 (0,6-0,9)	1,20(0,8-1,7)
Рабочая плодовитость ♀(тыс.шт)	-	-	2,4	0,9	-	-
Степень рыбоводного использования (% созревания)	92	84	95	82	97	96
Б. Характеристика производителей по качеству потомства						
	Морские садки			Невский ЛРЗ		
	Икра					
Процент оплодотворения икры (%)	92,0			93,4		
Заложено на инкубацию от 1 партии (тыс. шт)	90-95			475,8		
	Сперма					
Качество спермы (подвижность, баллы)	5			-		
	Личинки					
Процент выклева личинок (% от икры)	81,7			89,7		
В. Показатели массы молоди различных возрастных групп в садках Выборгского залива, на Невском ЛРЗ и согласно нормативу.						
	Садки, Выборгский залив	Невский ЛРЗ		Норма по Ленобласти.		
Сеголетки 0+	15	11,3		5-7		
Годовики 1	160	26 (10-35)		9-18		
Двухлетки 1+	280	41,6		20-25		
Трехлетки 2+	694 (500-910)	-		-		

значительное с годовалого возраста. 2. Снижение производственных отходов в процессе смолтификации, приобретающем массовый синхронный характер, соответствующий природному, а также за счет исключения «речных» карликовых самцов. 3. Снижение основных производственных потерь в результате повышения выживаемости смолтов, адаптированных к выпуску на природные пастбища.

Сокращение этапов биотехники непосредственно на ЛРЗ (рис. 1 Б) высвободит дополнительные производственные мощности для достижения

необходимых масштабов и эффективности воспроизводства и в целом позволит сочетать искусственное воспроизводство с естественным в единый природно-промышленный комплекс воспроизводства [19].

Преимущества вышерассмотренного первого этапа предложенного метода - формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад (РМС) в солоноватоводной морской среде в природоохранном и рыбохозяйственном аспектах не нашли серьезных обоснованных противопоказаний в литературе и не вызвали возражений опрошенных специалистов. Очевидно, что на этом этапе особо необходимы постоянные мониторинг состояния производителей, предотвращение их выхода из садков и освежение состава РМС.

Однако выяснился ряд серьезных возражений против конечного этапа метода в виде доразривания заводской молоди в морской воде на местах нагула (пастбищах) с момента начала смолтификации:

1. Заводская молодь, сбывавшая из морских садков, нарушает экологическое состояние и генетическую структуру местных природных популяций, что отражено в решениях организации ФАО [25]. Поэтому Европейская комиссия по атлантическому лососю предложила прекратить компенсационные выпуски смолтов в Балтийское море, допуская только выпуски ранних стадий развития (до ранней молоди), при отсутствии естественного нереста [22]. Однако для увеличения промысловых уловов допускается выпуск смолтов или пост-смолтов в море (Sea ranched salmon) с целью рекреационного или коммерческого рыболовства, т.е. в виде пастбищного рыбоводства.

2. Возможно нарушение хоминга у годовалых заводских смолтов после доразривания в морских садках. Однако мы считаем, что усиление роста и выживаемости молоди путем перевода конечного заводского цикла биотехники в море возможно 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-го месяца в бассейнах с добавлением N-гидроксиэтил-морфолина, либо в другом варианте опыта - фенетилового спирта [12, 20]. После выпуска и 18-месячного нагула в море у подопытной молоди был получен яркий эффект управляемого («облигатного») хоминга – возвращение в реки с содержанием этих растворенных химикатов (соответственно: 95 и 92% возврата в обработанные каждым препаратом «чужие» реки). Поведенческие реакции с признаками ольфакторного импринтинга были установлены также в ранние сроки у личинок осетровых уже в период перехода на активное питание [16].

К настоящему времени установлено, что процессы импринтинга и

хоминга осуществляются в скоплениях люлиберинергических (гонадолиберинергических)нейросекреторных клеток (ЛГ-РГ-НСК), которые в целом локализуются вблизи "зрительных и обонятельных" центров переднего и промежуточного мозга, преимущественно в 3-х отделах (рис. 2): 1) в ганглии терминального нерва (вблизи *organum vasculosum laminae terminalis*), между обонятельными луковицами и передним мозгом (*Nucleus olfactorius*- "NOR"), 2) в преоптической области, по сути в нейросекреторном преоптическом ядре гипоталамуса - ПЯ, (*N. anterior periventricularis* - "NAP"), 3) в передней части латерального ядра серого бугра гипоталамуса у многих видов костистых рыб ("NLT", anterior) [14, 23].

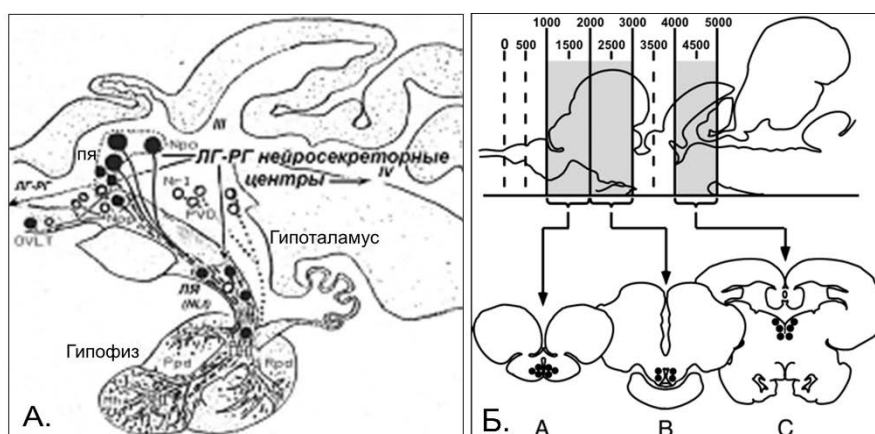


Рисунок 2 – Схемы: **А.** Локализация люлиберинергических (гонадолиберинергических) нейросекреторных центров в гипоталамусе и переднем мозгу костистых рыб. Обозначения: черные крупные кружки – нонапептидергические НСК в преоптическом ядре (ПЯ, Npo), черные мелкие кружки – либеринергические (ЛГ-РГ) [по: 5]. **Б.** Локализация гонадолиберинергических нейросекреторных клеток (черные кружки) на сагиттальных и фронтальных разрезах мозга у тилапии (*O. niloticus*): А – в каудальной части обонятельных луковиц В – в преоптической области, С – в области покрышки (tegmentum) среднего мозга. Цифрами показаны расстояния (в мкм, μm) от ростральной части (0) обонятельных луковиц [по: 23].

У мигрирующих на нерест моноциклических лососей (кеты и нерки) в разных отделах мозга установлена различная динамика синтетической активности ЛГ-РГ, а именно: усиление синтеза в области обонятельного нерва в NOR при заходе рыбы в низовья рек и смещение пика активности синтеза в преоптическую область (NAP) в период нереста на нерестилищах [21, 26].

Установлено дифференцированное участие разных форм ЛГ-РГ и, соответственно ЛГ-РГ-НСК в миграциях и нересте (соответственно биологической значимости хемо- и фоторецепции): "NOR" - в процессах импринтинга и хоминга и "NAP" (ПЯ) - на различных этапах полового

созревания и нереста. При этом все формы ЛГ-РГ вовлекаются при нересте в модуляцию сезонного репродуктивного поведения, особенно его социальных форм, например, агрессии у самцов, что определяется отрицательной обратной связью с уровнем содержания андрогенов (тестостерона, 11кето-тестостерона) [17, 24].

Задача выяснения природы «миграционного импульса» была поставлена еще проф. Н.Л. Гербильским [8, 9] и разрабатывалась его школой эколого-гистофизиологического направления [1]. Ведущая роль в детерминации миграционного поведения исходно отводилась гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системе (ГГНС), выполняющей специализированные (водно-солевой обмен, тонус гладкой мускулатуры, нерестовое поведение) и генерализованные функции (метаболический гомеостаз организма) [2, 18]. Важно, что активация ГГНС выражена в двух альтернативных формах: 1 - Накопление в заднем нейрогипофизе нейросекреторных продуктов (аккумуляция их в ЗНГ) с активацией их синтеза и транспорта в ПЯ и опустошения здесь от них (состояние «мобилизации» ГГНС, как латентное) и 2 - Выведение нейрогормональных продуктов из заднего нейрогипофиза (опустошение ЗНГ) в общий кровоток (активация ГГНС на уровне организма).

Анализ собственных материалов [4, 11] с применением современных морфометрических методов оценки функционального состояния ГГНС у основных изученных ценных видов проходных рыб в процессе миграций и нереста и сопоставление их с данными литературы [1, 6, 10, 13, 15, 18] позволяет впервые представить следующую динамику (рис. 3).

Из представленной гистограммы очевидно, что детерминирующим звеном, общим для различных форм миграции, скорее всего является состояние функциональной мобилизация ГГНС [2: с. 77-79; 18]. Оно в принципе сходно с уже известными состояниями нижних звеньев гипоталамо-гипофизарно-висцеральных осей нейро-эндокринных взаимоотношений, по-видимому, является общим и для всего нейроэндокринного комплекса. Их общая активация наступает уже после перехода в новую среду обитания и при нересте, по-видимому как результат стресса [4-6, 11, 18]. Наиболее перспективным направлением дальнейшего развития НИР представляется анализ механизмов усиления роста и выживаемости молоди в среде критической солёности путем изучения развития функциональной оси: соматолиберин – соматотропин - соматомедин (и в его комплексе с ГГНС) современными морфометрическими методами и взаимодействия люлиберинергических и нонапептидергических центров (ЛГ-РГ НСК с НП-НСК), с целью управления процессами импринтинга и хоминга.

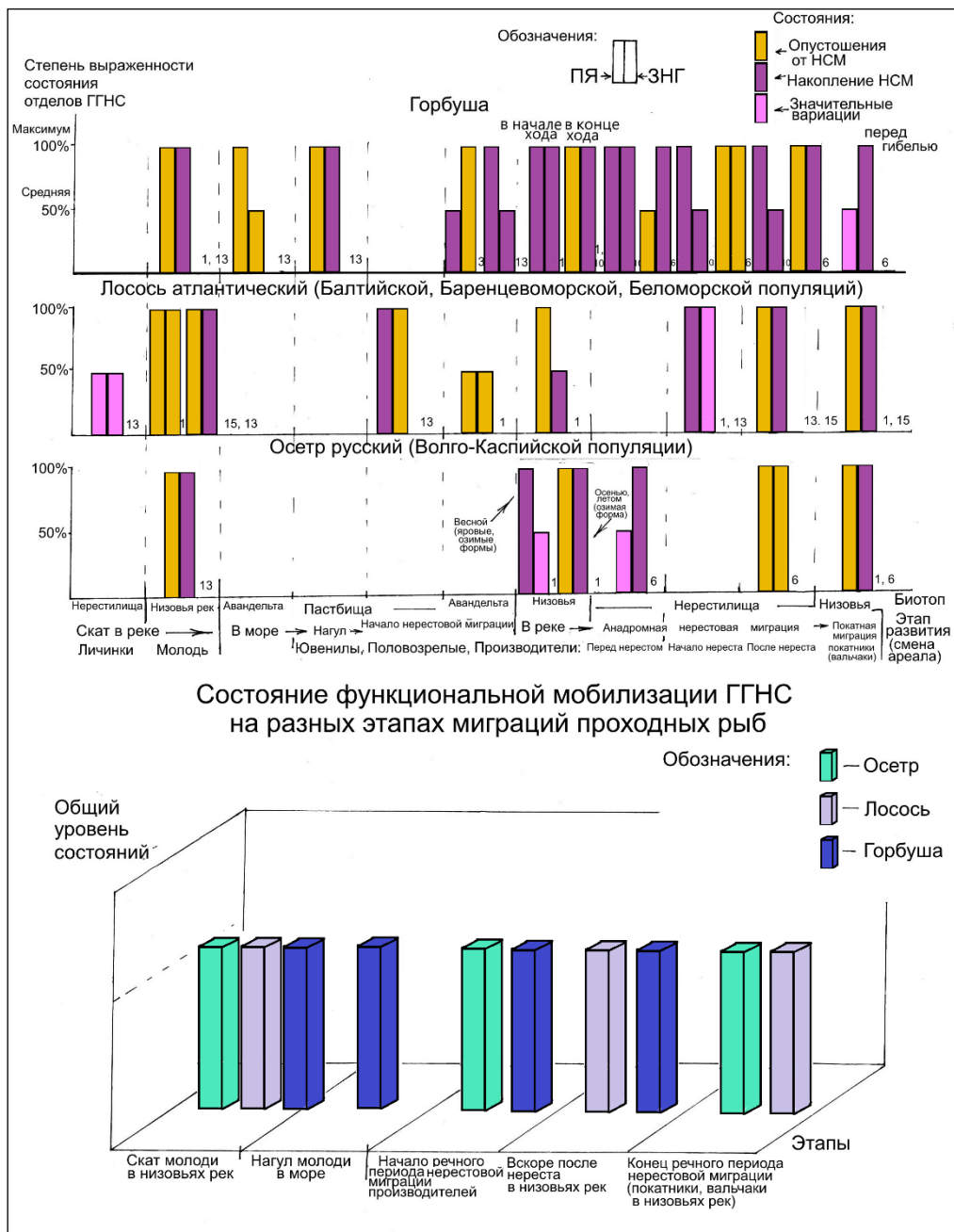


Рисунок 3 – Динамика функциональных состояний ГНС в процессе миграций и нереста у изученных видов рыб. Обозначения: ПЯ – преоптическое ядро, ЗНГ – задний нейрогипофиз, НСМ – нейросекреторный материал. Цифры у колоноксправа – ссылки на литературные источники в статье

Учитывая указанные возражения по морскому садковому выращиванию крупных смолтов, для разработки и внедрения современной эффективной биотехники воспроизводства непосредственно на рыбоводных заводах, круглогодичного рыборазведения, наконец для защиты продукции от загрязнений среды предлагаем систему замкнутого водоснабжения рыбоводных хозяйств (УЗВ) путем внесезонного подземного гидрокондиционирования среды [7, 19, патент РФ № 2400975]. Первым этапом НИОКР является разработка оптимальной (модифицированной) среды для эффективного

выращивания заводской молоди лосося в УЗВ [5, а.с. СССР № 965409], для чего необходимо содействие Главрыбвода в получении материала для опытов.

Литература

1 Баранникова И.А. Функциональные основы миграций рыб. Л., Наука, 1975. 210с.

2 Гарлов П.Е. Нейроэндокринная регуляция размножение рыб и проблемы их воспроизводства. 1. Разработка принципов управления размножением рыб на основе нейроэндокринологических исследований. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени». Т. 2, М.: ВНИИР, 2016. с. 71-84.

3 Гарлов П.Е., Бугримов Б.С., Рыбалова Н.Б., Турецкий В.И., Торганов С.В. Способ воспроизводства популяций севрюги и Балтийского лосося. Патент на изобретение № 2582347. (Патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАУ (RU). Срок действия патента: по 05 августа 2034г. Оpubл.: 27.04.2016. Бюл. № 12).

4 Гарлов П.Е., Кузик В.В. «Нейроэндокринная регуляция размножения рыб» (РАН, ФГНУ «ГосНИОРХ», ИЭФБ им. И.М.Сеченова РАН, ИНЦ РАН. Под. ред. проф. А.И. Кривченко). «Аграф+». СПб, 2008. 296с.

5 Гарлов П.Е., Кузнецов Ю.К., Федоров К.Е. Управление размножением рыб на основе эколого-гистофизиологических и экспериментальных исследований (СПбГАУ, СПбГУ, ФГБНУ «ГОСНИОРХ»). СПбГАУ. СПб, 2011. 213с.

6 Гарлов П.Е., Поленов А.Л. Функциональная цитоморфология преоптико-гипофизарной нейросекреторной системы рыб. // Цитология, 1996, Т. 38, № 3. с. 275-299.

7 Гарлов П.Е., Рыбалова Н.Б., Бугримов Б.С. К проблеме сохранения популяций осетровых на Северо-Западе. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени». Т. 2, М.: ВНИИР, 2016. с. 113-124.

8 Гербильский Н.Л. Вопрос о миграционном импульсе в связи с анализом внутривидовых биологических групп. Тр. совещ. по физиологии рыб. 1956. М. «Наука». с. 143-152.

9 Гербильский Н.Л. Биологическое значение и функциональная детерминация миграционного поведения рыб. В кн.: «Биологическое значение и функциональная детерминация миграционного поведения животных». 1965. М.-Л. «Наука». с. 23-32.

10 Максимович А.А. Гормональная регуляция углеводного обмена у тихоокеанских лососей. Л. Наука.1990. 224с.

- 11 Поленов А.Л., Гарлов П.Е., Яковлева И.В., Трусов В.З. О функциональном состоянии нейрогипофиза у осетров на различных этапах жизненного цикла // Мат-лы научн. сесс. ЦНИОРХ. Баку: Азернешр. 1968. с. 72-73.
- 12 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., Амер. ассоциация "TroutUnlimited". 1988. с. 45-47.
- 13 Яковлева И.В. Нейроэндокринологические аспекты раннего онтогенеза круглоротых и рыб. Санкт-Петербург, ООО «Петрополис», 2000. 132с.
- 14 Anglade J., Landbergen T., Kah O. Origin of the pituitary innervation in the goldfish. // Cell Tiss. Res. 1993, Vol. 273, № 2. p. 345-355.
- 15 Arvy L., Fontaine M., Gabe M. La voie neurosecretrice hypothalamo-hypophysaire des Teleosteins. // J. Physiol. 1959, Vol. 51. p.1031-1085.
- 16 Boiko N.E. Hexachloran and oil contaminations alters memorisation of odors in sturgeon, *Acipenser güldenstädtii* Brandt. // J. Environmental Protection and Ecology. 2003, Vol. 4, №1. p.134-140.
- 17 Foran, C.M., and Bass, A.H. Preoptic GnRH and AVT: axes for sexual plasticity in teleost fish. // Gen. Comp. Endocrinol. 1999, 116. p. 141-152.
- 18 Garlov P.E. Plasticity of Nonapeptidergic Neurosecretory Cells in Fish Hypothalamus and Neurohypophysis. International Review of Cytology. 2005, 245. p. 123-170.
- 19 Garlov P. E., Rybalova N. B., Bugrimov B. S. The necessity for improvement of Atlantic salmon reproduction biotechnology // Journal Advances in Agricultural and Biological Sciences (Science and Business Publishing UK). Volume 2, Issue 3. 2016. p. 5-21.
- 20 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. 1983. 134p.
- 21 Kudo H., Hyodo S., Ueda H. et al. Cytophysiology of gonadotropin-releasing-hormone neurons in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) forebrain before and after upstream migration. // Cell Tiss. Res. 1996, Vol. 284, № 2. p 261-267.
- 22 Palmé A., Wennerström L., Guban P., Ryman L., Laikre L. Compromising Baltic salmon genetic diversity – conservation genetic risks associated with compensatory releases of salmon in the Baltic Sea. Havs- och vattenmyndighetens rapport, 2012, 18. 115 pp.
- 23 Parhar Ishwar S., Satoshi Ogawa, Tomohiro Hamada and Yasuo Sakuma. Single-Cell Real-Time Quantitative Polymerase Chain Reaction of

Immunofluorescently Identified Neurons of Gonadotropin-Releasing Hormone Subtypes in Cichlid Fish. // *Endocrinology* 2003. Vol. 144. № 8. p. 3297–3300.

24 Soma K.K., Francis R.C., Wingfield J.C., Fernald R.D. Androgen regulation of hypothalamic neurons containing gonadotropin-releasing hormone in a cichlid fish - integration with social cues. // *Horm. Behav.* 1996, Vol. 30, № 3. p 216-226.

25 Thorstad, E.B., Fleming, I.A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. and Whoriskey, F. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. NINA Special Report. 2008, 36. 110 pp.

26 [Ueda H.](#) Physiological mechanisms of imprinting and homing migration in Pacific salmon *Oncorhynchus* spp. [JFishBiol.](#) 2012, 81(2). p. 543-558.