

УДК 004.91:502.2:502.35:504.74:574:574.3:575.174:575.857:597.552.51:597.553.2:639.211

ПРОМЫСЛОВОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ РАЙОНОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ЛОСОСЕЙ

© 2022 г. Л. А. Животовский^{1, 2, *}

¹Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

²ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия

*e-mail: levazh@gmail.com

Поступила в редакцию 26.06.2022 г.

После доработки 26.06.2022 г.

Принята к публикации 28.06.2022 г.

Тихоокеанские лососи (горбуша, кета, нерка и др.) являются одними из важнейших промысловых объектов Дальнего Востока России – ежегодный вылов составляет от 300 до 500 тыс. тонн. Нерестятся в реках и пресных озерах на огромной территории – от Чукотки до Южных Курил и Приморья. Организация и контроль их промысла и воспроизводства опираются на рыбопромысловое районирование их видового ареала. Действующее государственное промысловое районирование делит морской акватории на районы промысла (зоны и подзоны), в которых ведется основная добыча лососей (и других видов) и по которым даются ежегодные прогнозы возврата и формируется рыбопромысловая статистическая отчетность. Сухопутная граница зон и подзон определяется вдоль береговой линии морского побережья по уровню максимального прилива, и таким образом нерестовые бассейны тихоокеанских лососей оказываются неохваченными промысловым районированием. Поэтому параллельно требуется районирование лососевых нерестовых рек и озер в целях соотнесения с промысловым районированием и разработкой стратегии воспроизводства и сохранения этих экономически важных видов анадромных рыб. Предложен общий алгоритм деления территории и населяющей ее флоры и фауны на экогеографические районы (ЭГР) на основе ряда экологических и географических критериев. Соответственно, территория Дальнего Востока России была поделена на более чем 30 ЭГР, которые можно принять за территориальные комплексы нерестовых озерно-речных систем (дополняя каждый из них прилегающей полосой побережья, куда скатывается смолтифицированная молодь), где размножаются и переживают ранний, критический период жизни следующие поколения лососей и формируется основной потенциал их численности. Показано, что экогеографические районы во многом соответствуют районам промысла тихоокеанских лососей. Это означает, что вопросы промысла и воспроизводства взаимосвязаны для региональных стад лососей, воспроизводящихся в данном экогеографическом районе, и потому подлежат единому плану управления. Применительно к конкретному виду лососевых рыб, территориальную сеть ЭГР можно далее подразделить на экогеографические единицы (ЭГЕ), принимая во внимание экологические и генетические различия между популяционными группировками. ЭГЕ могут рассматриваться как базовые единицы воспроизводства данного вида. Далее, совокупность многовидовых ЭГЕ для всех видов лососей (и, возможно, других гидробионтов) в данном ЭГР образует экогеографическую агрегацию (ЭГА), которую можно интерпретировать как единицу управления всеми биологическими ресурсами в данном экогеографическом районе.

Ключевые слова: Дальний Восток, лососевые рыбы, тихоокеанские лососи, экогеографические районы, экогеографические единицы, экогеографические агрегации, единицы запаса, воспроизводство, экология, биогеография, перевозки оплодотворенной икры

DOI: 10.31857/S004213242205012X

ВВЕДЕНИЕ

Динамика запасов дальневосточных (тихоокеанских) лососей рода *Oncorhynchus* определяется двумя основными факторами, которые мы можем оценить для каждой отдельной популяции: воспроизводством в озерно-речных системах и промысловым изъятием (Никольский, 1974; Рикер, 1979; Бирман, 1985; Шевляков и др., 2021). Кроме

того, динамика их численности в высокой степени зависит от уровня смертности во время ската и в ранний морской период (в лиманах, эстуариях рек и прибрежных водах): он может быть велик из-за температурных градиентов, недостатка корма и хищничества рыбами и птицами (Шунтов, Темных, 2008; Шевляков и др., 2019; Карпенко, Бонк, 2020 и др.), но его трудно оценить для конкретных популяций.

Основными районами морского и океанического нагула являются высокопродуктивные воды северной части Тихого океана с прилегающими Беринговым, Охотским и Японским морями (Pacific salmon, 1991; Глубоковский, 1995; Шунтов, Темных, 2008; Карпенко, Бонк, 2020). Согласно действующему районированию промыслов Федерального Агентства по рыболовству РФ, все морские акватории Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна делят на промысловые зоны и подзоны (Приказ..., 2019; Правила..., 2022). В прибрежных водах Камчатки, Сахалина и других регионов Дальнего Востока они дополнены своими, более дробными промысловыми районами, в которых ведется основная добыча лососей и по которым даются ежегодные прогнозы подхода и формируется рыбопромысловая статистическая отчетность (Шевляков и др. 2019; Лососи-2021; Лососи-2022).

Важно отметить, что сухопутная граница зон (подзон) определяется вдоль береговой линии по уровню максимального прилива (Правила..., 2022), и таким образом лососевые озерно-речные нерестовые бассейны оказываются неохваченными промысловым районированием. Кроме того, подразделение морской акватории на зоны и подзоны было связано исторически с организацией контроля за добычей водных биологических ресурсов и поэтому в первую очередь следовало административным границам краев, областей и автономных образований и было единым для всех видов морских биоресурсов. В то же время, большее значение придавалось и придается биологическим данным о распределении видов по акватории, мощности их нерестовых подходов для организации промысла, а также о пропуске рыб в реки для обеспечения их естественного и искусственного воспроизводства (Глубоковский и др., 2010, 2011, 2012; Зиничев и др., 2012; Леман и др., 2015; Животовский, Смирнов, 2018; Шевляков и др., 2019). При этом биологическое представление о единице запаса тихоокеанских лососей как локальной популяции отдельного нерестового бассейна (Коновалов, 1980; Алтухов, 1989; Иванков, Иванкова, 2020) или более крупной группировки вида (Глубоковский, 1995; Животовский, 2016а; Животовский и др., 2022б) входит в противоречие с оценкой запасов для больших рыбопромысловых зон (подзон).

В связи с этим, в плане видения стратегии управления запасами тихоокеанских лососей, необходимо сопоставить друг с другом карты промысловых районов и районов их воспроизводства, чтобы совместить взгляды на стада лососей как с точки зрения организации промысла, так и с позиции популяционной организации видов. Для этого мы сводим воедино наши работы по эколого-географическому районированию видовых ареалов и популяционно-генетическому подразделению видов.

РАЙОНЫ ПРОМЫСЛА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

В целях адекватного сопоставления границ промысловых районов и районов воспроизводства дальневосточных лососей мы рассматриваем границы морских промысловых зон и подзон по конечным их точкам на побережье, а районы воспроизводства – по морским устьям речных бассейнов (детали – ниже).

На рис. 1 приведена карта-схема промысловых районов согласно директивным документам Агентства по рыболовству РФ (Приказ..., 2019), путинным прогнозам ВНИРО (Лососи-2021, Лососи-2022), научным публикациям (Балыкин и др., 2014; рис. 3 и 4; Антонов и др., 2016; рис. 1 и табл. 4; Шевляков и др., 2019), а также материалам, любезно предоставленным нам Е.А. Шевляковым (ТИНРО) и В.Н. Леманом (ВНИРО).

ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И РАЙОНЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Современный характер земной поверхности и распределение на ней видовых ареалов определяется как геологической историей местности, так и предысторией этих видов, которые эволюционно адаптировались в ходе сопутствующих географических, гидрологических и климатических преобразований. Поэтому биологические виды в природе в ходе эволюции подразделились на популяционные группировки соответственно географическому распространению и условиям обитания, ландшафтной структуре их ареалов, а также экологическим особенностям (срокам и местам размножения, разобщенностью популяций друг от друга, миграционными обменах между ними и пр.). Поэтому представляется важным поделить территорию (акваторию), где обитает исследуемая группа видов, на районы, согласно их экологии и географии. Эти районы можно назвать биогеографическими (Животовский и др., 2022б), или **экогеографическими районами (ЭГР)**. Деление территории на экогеографические районы может быть полезным для разработки стратегии управления природными биологическими ресурсами, так как к каждому ЭГР “привязаны” свои популяционные группировки. Это имеет и теоретический интерес, ибо подразделенность вида и его ареала связана с вопросами популяционной структуры вида.

Основной частью видовых ареалов, где надо проводить экогеографическое районирование, является та, на которую приходится размножение и ранний, критический период развития и роста следующего поколения. Для тихоокеанских лососей и других лососевых рыб – это нерестовые озерно-речные системы, а для проходных и полупро-

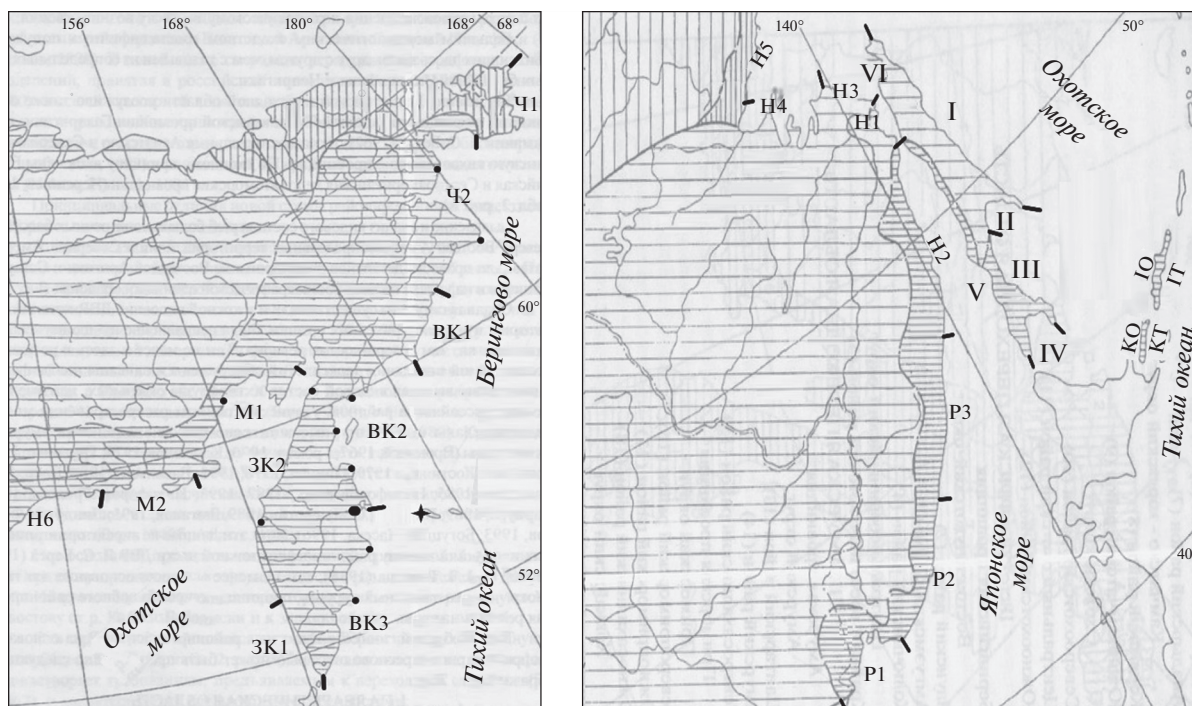


Рис. 1. Промысловые зоны с учетом рекомендуемых локальных районов берегового вылова тихоокеанских лососей. Слева и справа – соответственно, северная и южная части Дальнего Востока России. Зоны и подзоны отграничены друг от друга черточками по береговой линии и обозначены символами; локальные районы промысла (группы рыболовных участков – РЛУ) в пределах зоны (подзоны) разделены на карте черными точками (по: Шевляков и др., 2019; Шевляков (лично. сообщ.)). Ч1: Чукотская зона; Ч2: Западно-Берингоморская зона (ЗБЗ) в границах Чукотского АО (группы РЛУ: зал. Креста (северная часть ЗБЗ: от м. Беринга до южной береговой границы Иультинского р-на Чукотки), средняя часть ЗБЗ (до м. Наварина, в т.ч. Анадырский лиман, бухты Угольная и Ушакова, лагуна Орианда)), южная часть ЗБЗ (от м. Наварина до адм. границы ЧАО, в т.ч. Мейньпильгынская озерно-речная система и р. Хатырка); ВК1: южная часть ЗБЗ в границах Камчатского края (до м. Олюторский); ВК2: Карагинская подзона (группы РЛУ: Корфо-Олюторская (включая заливы Олюторский и Корфа), Карагинский залив (северная часть: до бухт Оссора и Карага включительно), Карагинский залив (южная часть: до м. Озерной), зал. Озерной); ВК3: Петропавловско-Командорская подзона (ПКЗ) (группы РЛУ: р. Камчатка (жирная точка в районе устья), заливы Камчатский, Кроноцкий и Авачинский (и далее на юг), а также о. Беринга (крестик)); ЗК1: Камчатско-Курильская подзона (в границах п-ва Камчатка); ЗК2: Западно-Камчатская подзона (ЗКП) в границах Камчатского края (группы РЛУ: южная часть ЗКП (до р. Ича включительно), средняя часть ЗКП (до р. Лесная включительно), Пенжинский залив (р. Рекиники и далее по береговой линии до зоны М1)); М1: Западно-Камчатская подзона в границах Магаданской обл. (группы РЛУ в зал. Шелихова: Гижигинская, Ямская); М2: Северо-Охотоморская зона в границах Магаданской обл. (включая Тауйскую губу); Н3, Н4, Н5, Н6: Северо-Охотоморская зона (соответственно: Сахалинский залив, Тугуро-Чумиканский, Аяно-Майский и Охотский районы Хабаровского края); Н1: Река Амур и Амурский лиман (осенняя и летняя расы кеты разделяются); Н2, Р1, Р2, Р3: Подзона Приморье (соответственно: север Приморья в границах Хабаровского края (от м. Лазарева до м. Золотой), северное Приморье в границах Приморского края (от м. Елагина до м. Елагина), центральное Приморье (от м. Елагина до м. Поворотный), южное Приморье (зал. Петра Великого)); I, II, III, IV: Восточно-Сахалинская подзона (соответственно: северо-восточный Сахалин (от м. Елизаветы до м. Терпения), зал. Терпения (от м. Терпения до м. Соймонова), юго-восточный Сахалин (от м. Соймонова до м. Анива), зал. Анива (от м. Анива до м. Крильон)); V, VI: Западно-Сахалинская подзона (соответственно: юго-западный Сахалин (от м. Крильон до м. Погиби), северо-западный Сахалин (от м. Погиби до м. Елизаветы)); КО, КТ, Ю, Т: Южно-Курильская зона (соответственно: о-ва Кунашир (К) и Итуруп (I) с различием охотоморской (О) и тихоокеанской (Т) подзон).

ходных видов – еще и прибрежные воды. Потенциал следующего поколения определяется успешностью нереста родителей, выживанием при инкубации икры в нерестовых буграх и во время личиночного периода, на которые приходится большая часть потерь. В эту часть ареала входит еще и узкая полоса прибрежного мелководья, на которое также приходится значительная смертность во время раннего периода морского нагула, особенно для видов с коротким речным периодом – горбуши и кеты. (При заводском раз-

ведении часть указанных потерь снимается за счет как низкой смертности при инкубации икры, так и подкормки мальков и задержки их выпуска до прогрева воды в прибрежье; однако под вопросом остается их смертность во время и после ската в море в сравнении с природной, “дикой” рыбой вследствие их возможно худшей адаптации к жизни в природе).

Экологические условия в местах размножения и задаваемые ими векторы адаптации определяют выживание и формирование генофонда следующе-

го поколения. Такой подход к экогеографическому районированию территории отвечает “биогеографическим индикаторам” Г.У. Линдберга (1972), которые маркируют как геологическую историю территории, так и заселяющую ее флору и фауну. Таковыми могут быть “во-первых, типично пресноводные рыбы, имеющие прерванные ареалы распространения и представляющие собой *объекты биологического изучения*, и, во-вторых, геоморфологически хорошо изолированные друг от друга речные системы, представляющие собой *объекты географического изучения*” (Линдберг, 1972, с. 16; курсив авт. – Л.Ж.). Приведем алгоритм районирования территории Дальнего Востока России, реализующий этот подход.

В качестве исходной, базовой сетки подразделения лососевых водоемов Дальнего Востока используем **ихтиогеографическое районирование**, предложенное В.А. Черешневым (1998) на основе распределения ихтиофауны пресноводных бассейнов (в его терминологии – зоогеографическое районирование), которое является своего рода подразделением на территориальные (пресноводные) экосистемы. Затем эту сетку мы дополнили второй, бассейновой сеткой, в соответствии с которой территория подразделяется водоразделами крупных речных систем. Это так называемый **бассейновый принцип** районирования территории, согласно которому водосборный бассейн реки рассматривается как интегральная единица естественной организации ландшафта (Корытный, 1974, 2017; Augerot, 2005 и др.). Кроме того, в каждом территориальном комплексе ихтиогеографическую и бассейновую сетки следует дополнить своими, локальными сетками экологического и физико-географического районирования территории (см. далее). (В зависимости от поставленной задачи можно привлекать и другие подразделения территории – например, по малакофауне (Прозорова, 2001), паразитарной фауне рыб (Колпаков и др., 2007), растительному покрову (Крестов, 2006), ландшафтам (Ганзей, 2010), макроэкологическим координатам (Мартыненко, Бочарников, 2008) – с использованием ГИС-технологий анализа картографической информации (Афонин, Соколова, 2018; Животовский, Османова, 2019)).

Все эти сетки (по ихтиофауне, водоразделам, другим эколого-географическим критериям), наложенные друг на друга, подразделяют данную территорию на **экогеографические районы (ЭГР)**. В понятие “ЭГР” для тихоокеанских лососей мы включаем примыкающую к нему полосу прибрежного мелководья (до глубин 10 м, личн. сообщ. Е.А. Шевлякова), где проходит самый ранний период адаптации молоди к условиям морской среды.

Следуя приведенному алгоритму районирования территории путем последовательного наложения ихтиогеографической, бассейновой и дру-

гих сеток (см. Животовский, 2016а; Животовский и др., 2022б), мы поделили нерестовые водоемы Дальнего Востока на следующие ЭГР (рис. 2)¹.

Перечень экогеографических районов Дальнего Востока России (по рис. 2). Было выделено более 30 ЭГР. Крайний Восточно-Чукотский (номер 5 на рис. 2) и Конергинский (6) ихтиогеографические районы взяли в точности те же самые, что были даны И.А. Черешневым (1998), без дальнейшего их дробления. Анадырский ихтиогеографический район (7) разделили соответственно водоразделам и стоку рек: 7W охватывает бассейн р. Анадырь и реки, впадающие в Анадырский залив. Корякский (8) и южнокамчатский (9) районы были далее подразделены по Срединному хребту, а на юге полуострова – по Восточному хребту, образовав четыре ЭГР: северо-западный (8W), северо-восточный (8E), юго-западный (9W) и юго-восточный (9E). Дополнительно, район 8W разделили по р. Пенжина на два подрайона – 8Ww и 8We. При этом бассейн р. Пенжина (возможно, бассейн Пенжинского лимана) выделили в отдельный подрайон 8P как разделяющий оба указанных подрайона. Отдельный статус кеты р. Пенжина подтверждается генетическими данными при сравнении с другими популяциями кеты; возможно, в верховьях рек Пенжина и Анадыря могли случаться перехваты их притоков друг другом (М.В. Шитова, личн. сообщ.), что могло способствовать обменам между берингоморскими и охотоморскими стадами и эволюционно отразиться на их нынешнем генетическом сходстве друг с другом (Варнаевская, 2006; Животовский и др., 2010, 2022б).

Остров Беринга также был выделен как отдельный район – 9B. Ихтиогеографические районы 10–12 оставили без изменения. Шантарский ихтиогеографический район (13) возможно далее поделить на два подрайона (Удско-Тугурский и Ульяновский), однако требуются дальнейшие исследования (см. Животовский и др., 2021). В Амурском районе (14) мы выделили Амуро-Амгунский (14') и Амуро-Уссурийский (14'') экогеографические районы Нижнего Амура, принимая экологическую классификацию бассейна р. Амур (Симонов, Егидарев, 2015). Северосахалинский ихтиогеографический район (15) далее поделили (с учетом основных водоразделов) на северо-западный Сахалин (15W), северо-восточный Сахалин (15E) и зал. Терпения (15S). Североприморский ихтиогеографический район (16) разделили на северное Приморье (16P) и западный Сахалин (16S), а южноприморский ихтиогеографический район (17), с учетом классификации Г.Н. Курганского и В.Г. Марков-

¹ Все вместе эти критерии экогеографического районирования территории относятся к компетенциям биогеографии (Воронов и др., 2003) и популяционной биологии (Яблоков, 1987), синтез которых выливается в направление, названное **популяционной биогеографией** (Животовский, Османова, 2019).

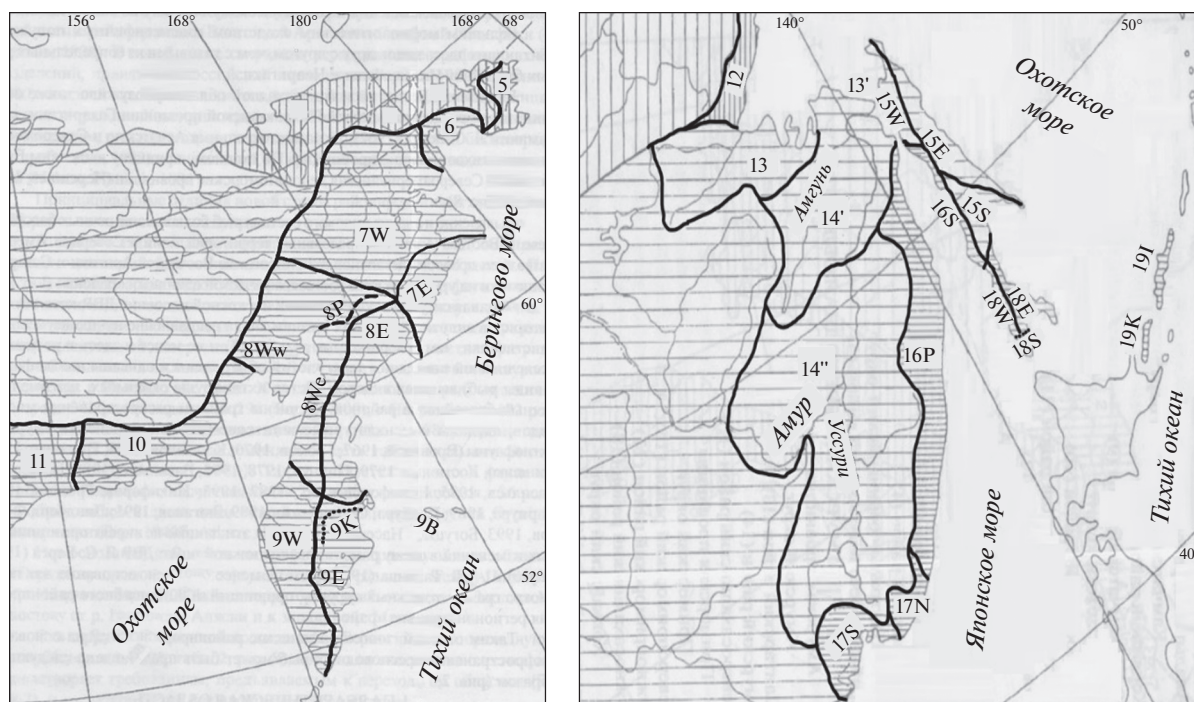


Рис. 2. Экогеографическое районирование озерно-речных систем Дальнего Востока России (см. текст). Числовая нумерация в названиях экогеографических районов взята соответственно ихтиогеографической сетке по И.А. Черешневу (1998: рис. 2, 3). Слева и справа – соответственно северная и южная части Дальнего Востока.

цева (2005), – на южное Приморье, охватывающее зал. Петра Великого вместе с зал. Находка (17S), и центральное Приморье (17N), включая бассейн р. Аввакумовка на севере района. Южносахалинский район (18) разделили на юго-западный Сахалин (18W) и юго-восточный Сахалин вместе с зал. Анива (18E)². Кроме того, мы отдельно выделили южную оконечность п-ва Крильон (18S), которая отличается микроклиматом от остальной части южного Сахалина благодаря северной ветви тепло-го Цусимского течения (Кантаков, 1999; Дьяков, 2006а,б). И, наконец, Курильский ихтиогеографический район (19) делится на кунаширский (19K) и итурупский (19I) ЭГР, так как по ландшафтной классификации о-ва Кунашир и Итуруп разделяются физико-географической границей, проходящей по проливу Екатерины между ними (Ганзей, 2010); более дробное деление озерно-речных бассейнов южнокурильских островов дано в (Животовский и др., 2022а).

Кроме того, в качестве отдельного ЭГР выделяется бассейн р. Камчатка (9K) на основе генети-

² Имеет смысл далее поделить район 18E на собственно юго-восточный Сахалин (18E-SE: до м. Анива на юге) и зал. Анива (18E-A: за вылетом района 18S), так как морские бассейны стока их рек сильно различаются гидрографически (в частности, благодаря теплоту течения Соя в акватории зал. Анива, в отличие от холодных охотских вод восточного побережья); такое экогеографическое деление отвечает также промысловым районам III и IV (рис. 1).

ческих критериев: выборки кеты отсюда четко отличаются от кеты окружающего района 9E (Животовский и др., 2010, 2022б); также нерка р. Камчатка генетически отличается от нерки остальных бассейнов п-ва Камчатка (Животовский и др., 2019). На этом же основании классифицируем бассейн р. Поронай как отдельный ЭГР – 15P (Сахалин, зал. Терпения; не показан на рис. 2 ввиду нехватки места на карте по причине ее масштаба) – только здесь размножается редкая на Сахалине летняя форма кеты, генетически отличная от осенней формы (Животовский и др., 2017).

СООТВЕТСТВИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ И ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКИХ НЕРЕСТОВЫХ РАЙОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Сопоставление районов промысла и ЭГР воспроизводства тихоокеанских лососей (рис. 1 и 2) показывает их удовлетворительное соответствие. А именно:

5 ~ Ч1, 6 ~ залив Креста (Ч2); 7W ~ средняя часть ЗПЗ (Ч2); 7E ~ южная часть ЗПЗ (Ч2 и ВК1); 8E ~ ВК2; 9K ~ р. Камчатка, 9B ~ о. Беринга, 9E ~ ВК3, 9W ~ ЗК1 и южная часть ЗК2 (до м. Каматан, включая р. Тигиль); 8We ~ северная часть ЗК2 (от м. Каматан до р. Пенжина); 8P ~ р. Пенжина (бассейн Пенжинской губы); 8Ww ~ северная часть М1 (от р. Пенжина до Гижигинской губы включительно); 10 ~ М2 и часть М1, 11 ~ Н6,

12 ~ Н5, 13 ~ Н4, 13' ~ Н3, 14' и 14" ~ Н1, 15Е ~ I, 15W ~ V, 15S ~ II, 15P ~ Поронай, 18Е ~ III и IV (см. сноску 2), 18W ~ южная часть V, 16S ~ северная часть V, 19K ~ Кунашир, 19I ~ Итуруп.

Укажем, что полного совпадения промысловых и экогеографических районов нет, потому что деление территории на ЭГР основано на географических, экологических и биологических размерах, в то время как промысловые зоны и районы отчасти следуют административным границам. Поэтому одна промысловая зона может включать более чем один ЭГР, а один ЭГР может пересекать административные границы. Например, ЭГР 7Е (рис. 2) включает камчатский и чукотский промысловые районы – ВК1 и часть Ч2 (рис. 1). А Ч2 включает экогеографические районы 6, 7W и часть 7Е (рис. 2). Отметим, однако, что локальные промысловые районы (рис. 1) лучше отвечают экогеографическим районам, поскольку они выделяются как группы смежных лососевых водоемов – РЛУ (рыболовный участок) на основе опыта и многолетних наблюдений за конкретными стадами лососей (Шевляков и др., 2019). Например, в промышленном районе Ч2 выделены три основных группы РЛУ (рис. 1), которые соответствуют упомянутым ЭГР 6, 7W и 7Е.

Выявленная соразмерность промысловых и нерестовых районов говорит о том, что вопросы управления стадами тихоокеанских лососей (промыслом, воспроизводством и, естественно, их сохранением) взаимосвязаны друг с другом и потому подлежат единому плану управления водными биоресурсами. Причем это следует отнести не только к отдельному виду тихоокеанских лососей, но и ко всем их видам, воспроизводящимся в данном ЭГР.

ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ ВИДА И ПРОБЛЕМА ПЕРЕВОЗОК ОПЛОДОТВОРЕННОЙ ИКРЫ ДЛЯ ЗАВОДСКОГО РАЗВЕДЕНИЯ

Применительно к данному конкретному виду лососевых рыб, территориальную сеть ЭГР можно далее использовать, выделяя популяционные группировки этого вида – так называемые **экогеографические единицы (ЭГЕ)**. Каждая ЭГЕ данного вида определяется как группа генетически сходных популяций (обычно – из одного ЭГР³), объ-

единенных друг с другом возможными генными потоками или общим происхождением; при этом разные ЭГЕ разобщены репродуктивно и поэтому их можно статистически отличить друг от друга по экологическим и генетическим маркерам (Животовский, 2016б, 2021; Животовский и др., 2022б; Zhivotovsky et al., 2015). Выявленные ЭГЕ могут рассматриваться как базовые единицы воспроизводства генофонда данного вида. С теоретических позиций ЭГЕ образуют важный иерархический уровень популяционной структуры вида (Животовский, 2016б, 2021).

Можно образно сказать, что “экогеографическая единица данного вида – это природное тело, скомпонованное из эколого-географических характеристик ареала и биологических признаков составляющих его популяций” (Животовский, 2021, с. 112).

Популяционно-генетическая верификация ЭГЕ основана на следующем статистическом критерии: большие генетические различия между популяциями разных ЭГЕ и малые генетические различия между популяциями внутри ЭГЕ (Животовский, 2021; Животовский и др. 2022б). Добавим к сказанному, что разные экологические формы и расы одного вида имеют различную наследственную основу и поэтому формируют разные ЭГЕ даже в пределах одного ЭГР. Например, летняя и осенняя расы кеты (*O. keta*) в р. Поронай (о. Сахалин) или в Амуре значительно отличаются друг от друга по ДНК-маркерам и поэтому их популяции образуют разные ЭГЕ (Животовский и др., 2021); то же самое относится к речной и озерной формам этого вида (Животовский и др., 2022а).

На рис. 3 приведен схематически алгоритм выделения ЭГЕ, начиная с первого этапа районирования, каковым является деление территории на ЭГР – безотносительно видовой принадлежности (рис. 3а, б). Рис. 3в–е демонстрируют алгоритм второго этапа выделения ЭГЕ конкретного биологического вида.

Данный выше алгоритм выделения ЭГЕ уже применялся к конкретным видам лососевых рыб: сахалинскому таймену, *Parahucho perryi* Brevoort (Zhivotovsky et al., 2015); кете, *Oncorhynchus keta* Walbaum (Животовский, 2019; Животовский и др., 2021, 2022а,б); нерке, *O. nerka* W. (Животовский и др., 2022, в печати). При этом каждую отдельную ЭГЕ можно трактовать как единицу запаса вида со своими географическими и экологическими границами, популяции которой подчинены единому плану управления – управления воспроизводством, промыслом и сохранением (Животовский, 2016, 2017; Животовский и др., 2022б); о других определениях единицы запаса у лососей см.: (Карпенко, 2013; Шевляков и др., 2019; Иванков, Иванкова, 2020; Карпенко, Бонк, 2020 и др.).

Следует особо подчеркнуть, что в настоящее время быстро растут масштабы заводского разведе-

³ Данная ЭГЕ может включать популяции из двух или более разных ЭГР, если между ними имеются значительные генные потоки – межпопуляционные миграции (см. ЭГЕ-1.4 на рис. 3е). Например, дальневосточная горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) подвержена порой значительным миграционным потокам между соседними и даже удаленными районами, приводящим к формированию больших группировок в географически широких пределах (Глубоковский, Животовский, 1986), перемещению рыб между разными регионами (Каев, Животовский, 2017), образованию внутрирегиональных макрогруппировок (Шевляков, Дедерер, 2022).

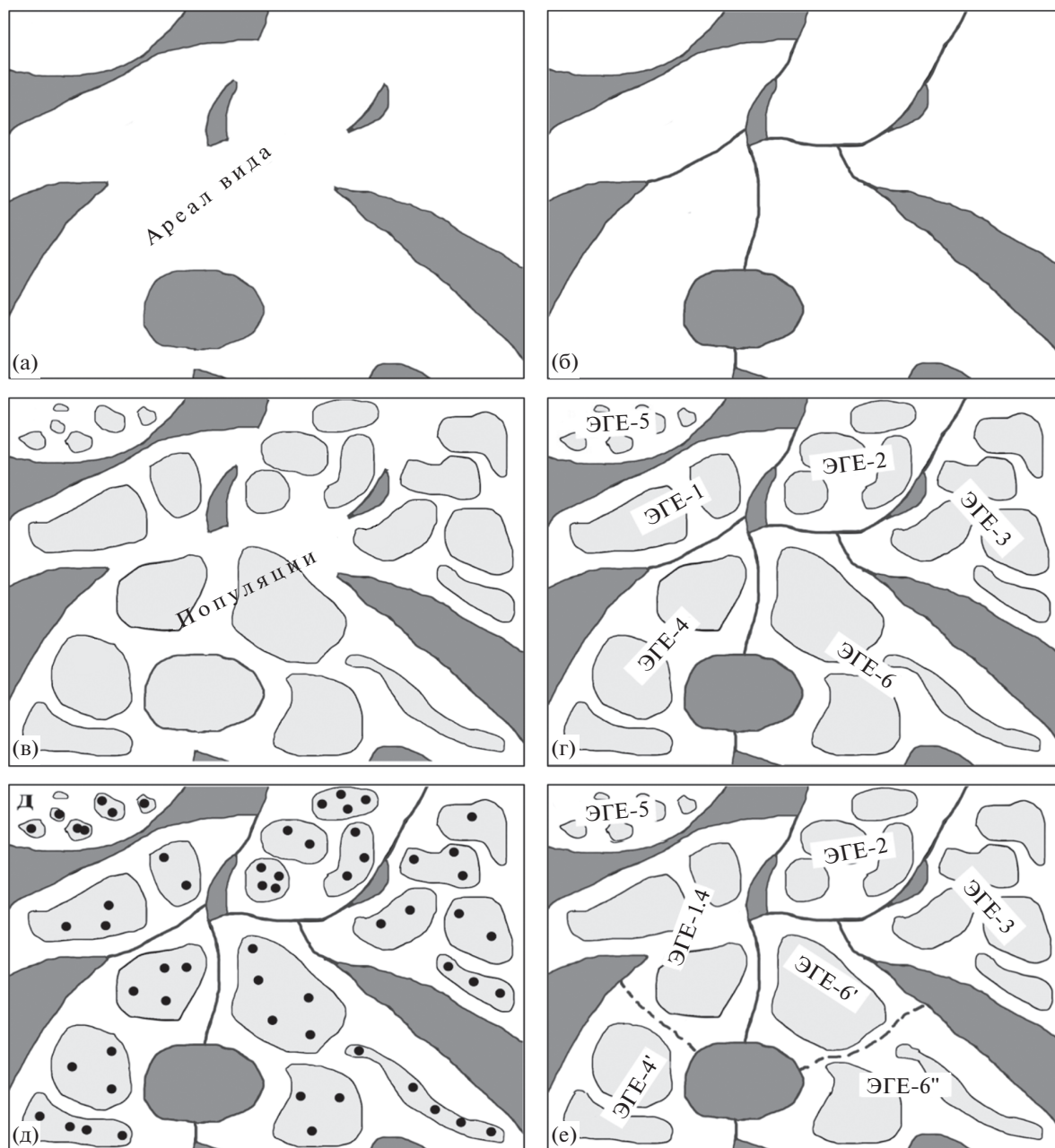


Рис. 3. Двухэтапный алгоритм экогеографического районирования и выделения ЭГЕ (по: Животовский, Османова, 2022). Этап I. Деление территории на ЭГР: а – территория (акватория), на которой обитают данный вид или виды (темно-серым цветом закрашены места пессимума – лишённые необходимых условий существования для этих видов); б – территория районирется: подразделяется экологическими и географическими границами на ЭГР в соответствии с ихтио- и/или ботанико-географическими и иными делениями видовых ареалов, водоразделами между крупными озерно-речными системами, морскими бассейнами стока рек и др. (см. текст); Этап II. Выделение внутривидовых ЭГЕ: в – каждый вид на этой территории состоит из локальных группировок (популяций), разобщённых друг от друга разными причинами: географическим положением, размножением в несовпадающие сроки, принадлежностью к разным экосистемам и экотипам, экологическими требованиями, ограничениями на генные потоки, вызванные стрейнгом – межпопуляционными обменами и т.п.; г – популяции данного вида объединяются в ЭГЕ соответственно своему ареалу, ЭГР (на рис.: ЭГЕ-1–6) и биологическим особенностям вида (наличием экологических и сезонных форм, степенью разобщённости популяций друг от друга, интенсивностью межпопуляционных обменов (генных потоков) и др.); д – популяции исследуются по генетическим маркерам (каждая популяция представляется набором выборок, обозначенных на рис. черными точками); е – в результате сопоставления разных ЭГЕ и составляющих их популяций на предмет их генетического сходства друг с другом проводится валидация выделённых ЭГЕ, в процессе которой одни ЭГЕ остаются неизменными, другие могут быть далее поделены на генетически различные группировки (на рис.: ЭГЕ-4 и ЭГЕ-6, их разделение обозначено пунктирными линиями), третьи – объединены при отсутствии значительных генетических различий между ними (на рис.: ЭГЕ-1.4).

дения дальневосточных лососей (Глубоковский и др., 2010; Леман и др., 2015; Каев и др., 2021; Klovach et al., 2021). Поэтому, на фоне изъятия производителей из процесса естественного нереста, параллельно с ростом числа и мощностей ЛРЗ (лососевый рыбоводный завод), наблюдается рост объемов перевозок оплодотворенной икры из эффективных рыбоводных заводов в менее эффективные. Однако неконтролируемые перевозки оплодотворенной икры между ЛРЗ вносят негативные эффекты, поскольку интенсивные генные потоки из экологически и генетически отличных популяций-доноров могут значимо изменить сложившийся генофонд популяции-реципиента, который был эволюционно адаптирован к условиям своей озерно-речной экосистемы (Салменкова и др., 1983; Шитова и др., 2009; Зиничев и др., 2012; Животовский, Смирнов, 2018; Животовский и др., 2022а). Это позволяет установить ограничения на перевозки оплодотворенной икры между ЛРЗ. В частности, нежелательны перевозки между популяциями из разных ЭГЕ, а также между ЛРЗ из разных ЭГР (если они не объединены миграционными потоками, см. сноску 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель нашей работы – показать, что современные теоретические концепции генетики природных популяций о первостепенной важности учета эколого-географической структуры ареала (Животовский, 2021) имеют не только фундаментальное значение для исследования популяционной структуры вида, но и определяющую практическую роль применительно к промысловым видам. Поэтому представим краткую сводку-резюме основных принципов, рассмотренных в этой статье.

Первый принцип: выделение экогеографических районов (ЭГР). ЭГР – это часть территории, на которой имеются годные для воспроизводства и пресноводного нагула озерно-речные системы, отграниченная от других ее частей экосистемными, бассейновыми и иными экологическими и географическими границами. В ЭГР мы включаем также прилегающую к нему полосу морского побережья, где в общих чертах окончательно формируется потенциал следующего поколения (см. стр. 490).

Экогеографическое районирование нерестового ареала дальневосточных лососей (рис. 2) было проведено безотносительно наличия или отсутствия в каждом ЭГР того или иного вида. Например, во всех ЭГР Дальнего Востока (рис. 2) нерестятся кета (*Oncorhynchus keta*) и горбуша (*O. gorbuscha*). Однако, другой вид этого рода – чавыча (*O. tshawytscha*) нерестится в азиатской части ареала только в Камчатском крае, и незначительные следы ее имеются на Чукотке (Шевляков и др., 2019). Так что для чавычи Дальнего Востока достаточно ограничить-

ся камчатскими и чукотскими ЭГР, а остальные экогеографические районы на рис. 2 следует формально посчитать за районы пессимума для этого вида (ср. рис. 3а, б).

Второй принцип: выделение экогеографических единиц (ЭГЕ). Понятие ЭГЕ относится к конкретному виду: это группа генетически схожих популяций (обычно – в пределах одного ЭГР, но не обязательно (см. ЭГЕ-1.4 на рис. 3е и сноску 3)). При недостатке генетических данных, в качестве кандидата на ЭГЕ следует брать все популяции данного вида в данном ЭГР.

В заключение отметим, что совокупность многовидовых ЭГЕ для всех видов лососей (и, возможно, других гидробионтов) в данном ЭГР образует **экогеографическую агрегацию (ЭГА)**, которую можно интерпретировать как единицу управления всеми биологическими ресурсами в данном районе (см. Османова и др., 2019; Животовский, Османова, 2019, 2020). Понятие экогеографической агрегации может быть практически полезным, тем более что каждая ЭГА территориально и биологически сопряжена с районом промысла и объектами промысла. Данный подход позволяет использовать создаваемые теоретические схемы устройства видов и экосистем в природе для сугубо практических задач управления природными биологическими ресурсами – их воспроизводством, промыслом и сохранением.

Еще раз подчеркнем, что границами ЭГР (а также границами ЭГЕ и ЭГА) являются не пределы административных образований, а водоразделы, средовые градиенты, рубежи экосистем, миграционные преграды, что формирует их как реальные природные объекты. При этом один административный район может включать более чем один ЭГР, а один ЭГР может пересекать административные границы (см. с. 492 и сноску 3). Более того, границами административного деления территории на области и районы нередко являются русла нерестовых рек, в то время как, в соответствии с принципами экогеографического районирования, бассейн каждой реки должен входить целиком в тот или иной ЭГР. Поэтому в целях рационального использования запасов лососевых рыб и других гидробионтов существующая государственная система районирования и управления рыболовством должна перестроиться так, чтобы управлять водными биологическими ресурсами как природными биологическими объектами.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор признателен М.К. Глубоковскому, В.И. Карпенко, В.Н. Леману, Е.А. Шевлякову, Г.О. Османовой за обсуждение проблемы, предоставленные материалы и полезные замечания.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках гостемы ГЗ 0112-2019-0002 (подтема “Эколого-генетическая структура вида”).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Конфликт интересов отсутствует.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей и животных в качестве объектов изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1989. 328 с.
- Антонов Н.П., Кловач Н.В., Орлов А.М. и др.* Рыболовство в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2013 г. // Тр. ВНИРО. 2016. Т. 160. С. 133–211.
- Афонин А.Н., Соколова Ю.В.* Эколого-географический анализ и моделирование распространения биологических объектов с использованием ГИС. СПб: Изд-во ВВМ, 2018. 121 с.
- Балыкин П.А., Бонк А.А., Старцев А.В.* Оценка состояния запасов и управление промыслом морских рыб (на примере минтая, сельди и сайры). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. 68 с.
- Бирман И.Б.* Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей М.: Агропромиздат, 1985. 208 с.
- Варнавская Н.В.* Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2006. 487 с.
- Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А., Мяло Е.Г.* Биогеография. М.: Академкнига, 2003. 407 с.
- Ганзей К.С.* Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 214 с.
- Глубоковский М.К.* Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука, 1995. 343 с.
- Глубоковский М.К., Животовский Л.А.* Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. 1986. № 2. С. 39–44.
- Глубоковский М.К., Павлов Д.С., Леман В.Н. и др.* Методические рекомендации по организации РХЗЗ на примере лососевых рыб Дальнего Востока России // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. М.: Изд-во ВНИРО, 2010. С. 98–122.
- Глубоковский М.К., Тарасюк С.Н., Зверькова Л.М. и др.* Сырьевая база российского рыболовства в 2011 году (районы российской юрисдикции). М.: ВНИРО, 2011. 497 с.
- Глубоковский М.К., Тарасюк С.Н., Зверькова Л.М. и др.* Сырьевая база российского рыболовства в 2012 году (районы российской юрисдикции). М.: ВНИРО, 2012. 512 с.
- Дьяков Б.С.* Межгодовая изменчивость циркуляции морских вод в Татарском проливе в летнее время // Изв. ТИНРО. 2006а. Т. 144. С. 281–299.
- Дьяков Б.С.* О циркуляции вод в Татарском проливе в весеннее время // Изв. ТИНРО. 2006б. Т. 146. С. 205–212.
- Животовский Л.А.* Провизорное районирование единиц запаса кеты Дальнего Востока России // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Бюл. № 11. 2016а. С. 193–198.
- Животовский Л.А.* Популяционная структура вида: эко-географические единицы и генетическая дифференциация популяций // Биол. моря. 2016б. Т. 42. № 5. С. 323–333.
- Животовский Л.А.* Две ветви исследований популяционной структуры вида – экологическая и генетическая: история, проблемы, решения // Генетика. 2017. Т. 53. С. 1244–1253.
- Животовский Л.А.* Экогеографические единицы и единицы запаса вида в пресноводных экосистемах (на примере кеты о. Сахалин) // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола: Изд-во Марийского гос. ун-та. 2019. С. 276–278.
- Животовский Л.А.* Генетика природных популяций. (Министерство науки и высшего образования, ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН). Йошкар-Ола: Типография “Вертикаль”, 2021. 600 с.
- Животовский Л.А., Османова Г.О.* Популяционная биогеография растений. Йошкар-Ола: Вертола, 2019. 128 с.
- Животовский Л.А., Османова Г.О.* Экогеографические единицы и охрана внутривидового разнообразия // Изв. РАН. Сер. биол. 2020. № 2. С. 124–136.
- Животовский Л.А., Османова Г.О.* Экогеографические единицы вида / Первый Московский молодежный ботан. форум и X конф., посвященная памяти профессора А.К. Скворцова. ГБС РАН. 2022. <https://gbsad.ru/vid-v-estestvennyh-granich-areala-iza-ih-predelami> (дата обращения: 29.05.2022).
- Животовский Л.А., Смирнов Б.П.* Стратегия воспроизводства тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Вопр. рыболовства. 2018. Т. 19. № 3. С. 285–299.
- Животовский Л.А., Лапшина А.Е., Михеев П.Б. и др.* Дивергенция сезонных рас кеты (*Oncorhynchus keta*) рек Амур и Поронай: экология, генетика, морфология // Биол. моря. 2017. Т. 43. С. 284–292.
- Животовский Л.А., Павлов С.Д., Афанасьев К.И. и др.* Генетическая дифференциация популяций жилой и проходной нерки п-ва Камчатка: эволюционный статус жилой нерки Кроноцкого озера // Биол. моря. 2019. Т. 45. № 6. С. 412–421.
- Животовский Л.А., Подорожнюк Е.В., Кульбачный С.Е. и др.* Экогеографические единицы и единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* Амурской зоогеографической провинции // Вопр. ихтиол. 2021. Т. 61. С. 432–440.
- Животовский Л.А., Рубцова Г.И., Шитова М.В. и др.* База микросателлитных ДНК-данных по кете Дальнего Востока России // Реализация “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения

- тихоокеанских лососей”. Владивосток: ТИПРО-центр, 2010. Бюл. № 5. С. 53–63.
- Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Каев А.М. и др.* Эколого-географическая и генетическая дифференциация и единицы запаса кеты (*Oncorhynchus keta*) южных Курильских островов // *Вопр. ихтиол.* 2022а. Т. 62. С. 335–344.
- Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Шитова М.В. и др.* Популяционная структура кеты Дальнего Востока России: биогеографическая классификация, генетическая дифференциация и экогеографические единицы вида // *Генетика.* 2022б. Т. 58. С. 438–449.
- Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А.* Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО, 2012. 238 с.
- Иванков В.Н., Иванкова Е.В.* Эколого-темпоральная дифференциация, единицы запаса и сохранение популяционного разнообразия анадромных рыб // *Биол. моря.* 2020. Т. 46. С. 85–90.
- Каев А.М., Животовский Л.А.* О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад // *Вопр. ихтиол.* 2017. Т. 57. С. 264–274.
- Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А.* К вопросу об эффективности крупномасштабного разведения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) на острове Итуруп (Курильские острова) // *Биол. моря.* 2021. Т. 47. № 6. С. 411–420.
- Кантакоев Г.А.* Результаты биоокеанографических исследований в проливе Лаперуза в 1995–1998 гг. // *Вестн. Сахалин. музея.* 1999. № 6. С. 305–311.
- Карпенко В.И.* Оценка состояния запасов и управление промыслом тихоокеанских лососей на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Камчат. гос. техн. ун-т, 2013. 64 с.
- Карпенко В.И., Бонк А.А.* Тихоокеанские лососи р. *Oncorhynchus* (биология, состояние запасов, управление). Петропавловск-Камчатский: Камчатский гос. техн. ун-т, 2020. 180 с.
- Колпаков Н.В., Герасев П.И., Пугачев О.Н.* Моногенеи (Monogenea; Platyhelminthes) как зеркало истории биогеографических регионов: распространение дактилогиридей (Dactylogyridae) на рыбах юга Дальнего Востока. I. Введение // *Изв. ТИПРО.* Т. 150. 2007. С. 238–249.
- Коновалов С.М.* Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука. 1980. 237 с.
- Корытный Л.М.* Речной бассейн как геосистема // *Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока.* 1974. № 42. С. 33–38.
- Корытный Л.М.* Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // *Геогр. и природ. ресурсы.* 2017. № 2. С. 5–16.
- Крестов П.В.* Растительный покров и фитогеографические линии Северной Пацифики: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2006. 42 с.
- Курганский Г.Н., Марковцев В.Г.* Биологические и технические основы разведения лососей в Приморском крае // *Изв. ТИПРО / Сб. науч. тр. Владивосток,* 2005. Т. 141. С. 225–334.
- Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г.* Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // *Тр. ВНИРО.* 2015. Т. 153. С. 105–120.
- Линдберг Г.У.* Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Биогеографические обоснования гипотез. Ленинград: Наука, 1972. 548 с.
- Лососи-2021 (Прогноз промысловой обстановки, распределения, возможного изъятия гидробионтов на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне – путинный прогноз). Федеральное агентство по рыболовству. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии” (ТИПРО). Владивосток: ВНИРО, 2021. 102 с.
- Лососи-2022 (Прогноз промысловой обстановки, распределения, возможного изъятия гидробионтов на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне – путинный прогноз). Федеральное агентство по рыболовству. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии” (ТИПРО). Владивосток: ВНИРО, 2022. 119 с.
- Мартыненко А.Б., Бочарников В.Н.* Экологическое районирование Дальнего Востока // *Изв. РАН. Сер. географ.* 2008. № 2. С. 76–84.
- Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищевая промышленность, 1974. 447 с.
- Османова Г.О., Богданов Г.А., Животовский Л.А.* Выделение многовидовых экогеографических агрегаций редких видов растений в целях организации охраняемых природных территорий (на примере флоры Республики Марий Эл) // *Экология.* 2019. Т. 50. С. 373–377.
- Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 мая 2022 г. № 285.
- Приказ об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Документ № 267 от 23 мая 2019 г.
- Прозорова Л.А.* Особенности распространения пресноводной малакофауны на Дальнем Востоке России и его биогеографическое районирование // *Сб. “Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова”.* Владивосток: ДВО РАН, 2001. Вып. 1. С. 112–125.
- Рикер У.Е.* Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. М.: Пищевая промышленность, 1979. 408 с.
- Салменкова Е.А., Омельченко В.Т., Победоносцева Е.Ю. и др.* Популяционно-генетический анализ эффективности перевозки икры курильской кеты на югозападный Сахалин // *Генетика.* 1983. Т. 19. С. 1660–1667.
- Симонов Е.А., Егидарев Е.Г.* Бассейн реки Амур: характеристика и особенности использования водных ресурсов // *Комплексная эколого-экономическая оценка развития гидроэнергетики бассейна реки Амур. Всемирный фонд дикой природы.* Москва. 2015.

- https://amurinfocenter.org/upload/iblock/40f/komplek-snaaya-ekologo_ekonomicheskaya-otsenka-razvitiya-gidroenergetiki-basseyna-reki-amur.pdf (30.12.2019). С. 21–32.
- Черешнев И.А. Биogeография пресноводных рыб Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1998. 131 с.
- Шевляков Е.А., Дедерер Н.А. Динамика численности и внутривидовая структура горбуши западного и северо-восточного побережий Камчатки // Изв. ТИНРО. 2022. Т. 202. С. 369–389.
- Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Островский В.И. и др. Ориентиры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Известия ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 23–62.
- Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Канзепарова А.Н. Модели запас–пополнение, ориентиры управления и правила регулирования промысла для основных чукотских стад нерки и кеты // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. С. 735–751.
- Шутова М.В., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А. и др. Микросателлитная изменчивость заводских популяций кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) о. Сахалин // Вопр. рыболовства. 2009. Т. 10. С. 102–115.
- Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 1. Владивосток: ТИНРО, 2008. 481 с.
- Яблоков А.В. Популяционная биология. М.: Высшая школа, 1987. 303 с.
- Augerot X. Atlas of Pacific salmon. Berkeley: Univ. of California Press, 2005. 151 p.
- Klovach N., Leman V., Gordeev I. The relative importance of enhancement to the production of salmon on Iturup Island (Kuril Islands, Russia) // Rev. Aquac. 2021. V. 13. P. 664–675.
- Pacific salmon life histories / Eds C. Groot, L. Margolis. Vancouver: UBC Press, 1991. 564 p.
- Zhivotovsky L.A., Yurchenko A.A., Nikitin V.D. et al. Ecogeographic units, population hierarchy, and a two-level conservation strategy with reference to a critically endangered salmonid, Sakhalin taimen *Parahucho perryi* // Conserv. Genet. 2015. V. 16. P. 431–441.

Commercial Zoning and Delineation of Reproduction Areas of the Far East Salmon

L. A. Zhivotovsky^{a, b, *}

^aVavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^bRussian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia

*e-mail: levazh@gmail.com

Pacific salmon (pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, etc.) are one of the most important commercial objects of the Russian Far East – an annual catch is from 300 to 500 thousand tons. They spawn in rivers and freshwater lakes on a vast territory – from Chukotka to the Southern Kuriles and Primorye. The organization and control of their fishing and reproduction are based on zoning of their species range. The current federal commercial zoning divides the marine waters into fishing areas (zones and subzones) in which salmon (and other species) are mainly harvested and for which annual forecasts of the return are given and fishing statistical reports are formed. The shore border of zones and subzones is determined along the coastline of the seashore by the level of the maximum tide, and thus the spawning sites of Pacific salmon are not covered by the commercial zoning. Therefore, in parallel, delineation of salmon spawning rivers and lakes is required to correlate with commercial zoning and develop a strategy for the reproduction and conservation of these economically important species of anadromous fish. A general algorithm is suggested for dividing the territory, as well as the flora and fauna inhabiting it, into ecogeographic regions (EGRs) based on a number of ecological and geographical criteria. Accordingly, the territory of the Russian Far East was parsed into more than 30 EGRs, which can be taken as terrestrial complexes of spawning lake–river systems (complementing them with the adjacent marine waters, where to the smoltified juveniles roll down), where the next generations of salmon reproduce and survive an early, critical period of life, and where the main potential of their abundance is formed. It is shown that the ecogeographic areas mainly correspond to the fishing areas of Pacific salmon. This means that the issues of fishing and reproduction are interrelated for regional salmon stocks reproducing in this ecogeographic area, and therefore are subject to a unified management plan. In relation to a given species of salmon fish, the territorial network of the EGRs can be further subdivided into ecogeographic units (EGUs), taking into account ecological and genetic differences between population groupings. EGUs can be considered as the basic units of reproduction of this species. Further, the set of multi-species EGUs for all salmon species (and possibly other organisms) within a given EGR forms an ecogeographic aggregation (EGA), which can be interpreted as a management unit of all biological resources in a given ecogeographic area.

Keywords: Russian Far East, salmonid fish, Pacific salmon, ecogeographic areas, ecogeographic units, ecogeographic aggregations, stock units, reproduction, ecology, biogeography, transfer of fertilized eggs