Известия ТИНРО

2014 **Том 176**

УДК 556.53:626.883(265.53)

С.Ф. Золотухин[1], А.Н. Махинов[2], А.Н. Канзепарова[1]*

[1] Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;

[2] Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000, г. Хабаровск, ул. Ким-Ю-Чена, 65

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ НЕРЕСТОВЫХ РЕК СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОХОТСКОГО МОРЯ

В северо-западной части побережья Охотского моря горбуша находит места для нереста как в наибольших по размеру реках (Уда, Охота и др.), так и в малых (менее 10 км) реках. Размеры бассейнов, уклоны и состав аллювиальных отложений большинства даже самых маленьких рек побережья подходят для ее нереста. В небольших реках (менее 20 км) она нерестится на самых простых по физическим условиям участках, например, с прямолинейным типом русла и наличием уклона для инфильтрации речных вод. Для нереста ей доступны самые неустойчивые, часто трансформирующиеся под влиянием паводков русловые участки, которые типичны для крупных рек побережья с разветвленно-извилистым и, особенно, разбросанным типом русла. Наиболее насыщены нерестилищами горбуши и кеты реки с многорукавным типом русла, который в реках западного части побережья Охотского моря характерен для наиболее крупных бассейнов и особенно хорошо выражен в их нижних течениях. Обширные нерестилища кеты характерны для больших рек. В малых водотоках, протяженностью менее 20 км, нерестилищ кеты почти нет. Нерестилища кеты более устойчивы к паводкам. Они образуются на местах выходов напорных грунтовых вод в виде парафлювиальных (подрусловые напорные грунтовые воды) и ортофлювиальных (ключи) источников. Как правило, большие площади напорных грунтовых вод характерны для наиболее крупных рек, обладающих большим геоморфологическим разнообразием, значительным количеством притоков и протяженными участками многорукавного русла.

Ключевые слова: Амур, реки побережья Охотского моря, нерестилища кеты и горбуши, геоморфологические и гидрологические особенности, русловые процессы.

Zolotukhin S.F., Makhinov A.N., Kanzeparova A.N. Features of morphology and hydrology for spawning rivers at the northwestern coast of the Okhotsk Sea // Izv. TINRO. — 2014. — Vol. 176. — P. 139–154.

At the northwestern coast of the Okhotsk Sea, pink salmon finds its spawning grounds both in big rivers (Uda, Okhota, and some other) and small streams because the size, slopes, and structure of alluvial sediments of the majority of local water bodies are suitable for the

** Золотухин Сергей Федорович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: sergchum2009@yandex.ru; Махинов Алексей Николаевич, доктор географических наук, заместитель директора, e-mail: amakhinov@mail.ru; Канзепарова Альбина Назиповна, научный сотрудник, e-mail: kanzeparova@mail.ru.*

Zolotukhin Sergey F., Ph.D., head of laboratory, e-mail: sergchum2009@yandex.ru; Makhinov Alexey N., D.Sc., deputy director, e-mail: amakhinov@mail.ru; Kanzeparova Albina N., researcher, e-mail: kanzeparova@mail.ru.

spawning. In small streams (< 20 km long), the pink salmon prefers to spawn in the simplest parts of beds, with linear channel sloped enough for bottom infiltration, but the chum salmon usually does not spawn there. These environments are rare for large rivers of this area which are more turbulized, with the beds often transformed by floods, strongly meandering, highly branched, and sometimes splitted to several channels; however, the largest and the most numerous spawning sites of pink and chum salmons are maintained in the latter case of splitted river-bed that is typical for lower parts of the biggest rivers, though other parts of these rivers are not preferable for their spawning because of high instability of the environments. The spawning grounds of chum salmon are more resistible against floods than the pink salmon ones: they form around either parafluvial (hyporheic) or ortofluvial springs. Generally, the areas with underwater springs preferable for the salmons spawning are more usual for big rivers with variable geomorphology, numerous tributaries, and extended multichannel parts.

Key words: Amur River, coastal stream, Okhotsk Sea, pink salmon, chum salmon, spawning grounds, river-bed geomorphology, river hydrology, river channel.

Введение

На большей территории российского Дальнего Востока значительная часть лососевого нерестового фонда приходится на горбушу. Например, в реках западного побережья Камчатки горбуша занимает 75 % нерестовых площадей (Остроумов, 1985). На Сахалине свыше 90 % нерестилищ острова относятся к горбушовым (Рухлов, 1969). Однако в реках северо-западной части побережья Охотского моря чаще преобладают нерестилища кеты. Так, в реках Николаевского района Хабаровского края горбуша занимает 86 % нерестовой площади, в реках Аяно-Майского района — 69, но в реках Тугуро-Чумиканского и Охотского района — соответственно только 38 и 39 %.

Реки северо-западного побережья Охотского моря существенно различаются по своим размерам, морфодинамическим типам, водному и русловому режимам, а также составу аллювиальных отложений. Вследствие близкого положения водораздела между Тихим и Северным Ледовитым океанами к морскому побережью реки, впадающие в Охотское море, имеют относительно небольшую протяженность. Наиболее крупными из них являются Охота, Кухтуй, Иня, Ульбея, Улья, Уда и Тугур, протяженность которых превышает 300 км. Водный режим и русловые процессы рек западного побережья Охотского моря отличаются большим разнообразием, обусловленным особенностями геоморфологического строения территории. Морфология русел рек, особенно в их нижних течениях, определяется размерами водотоков, уклонами днищ долин, составом аллювиальных отложений, характером взаимодействия речного потока с морскими береговыми процессами.

Данная статья посвящена изучению условий формирования нерестилищ тихоокеанских лососей в различных реках рассматриваемого района.

Материалы и методы

Типизация рек производилась по топографическим картам масштаба 1 : 100000 и собственным полевым данным, в том числе о реках с периодически блокированными устьями и водотоках с висячими устьями. Типизация русел рек производилась по степени дробления русла на рукава (Чалов, 2008), которая определялась на отдельных участках по топографическим картам масштаба 1 : 50000 отношением общей длины речной сети на участке русла (км) к длине долины (км). Типизация приустьевых участков рек по морфодинамическим характеристикам проводилась А.Н. Махиновым визуально непосредственно в экспедиционных условиях в различных районах западного побережья Охотского моря в период с 1981 по 2009 г. Всего были осмотрены с вертолета, самолета и морского судна более 100 рек и их устьев. Из них охвачено исследованиями более 20 водотоков различных порядков на всем протяжении от г. Охотск до зал. Счастья. Более детально изучались низовья рек Кухтуй, Тукчи, Этанджа, Немуй, Киран, Тугур, Кутын, а также водотоки различных размеров на побережьях заливов Тугурский, Александры и о. Феклистова. Профили днищ водотоков и значения их средних уклонов для рек получены в среде Google

Earth. Данные о климатических показателях, протяженности рек, густоте речной сети и уровнях воды брали из справочника* и с сайта http\\gis.waterinfo/ru/informer/.

Материалы о нерестилищах тихоокеанских лососей в реках западной части побережья Охотского моря собирались С.Ф. Золотухиным и А.Н. Канзепаровой в полевых условиях с 2003 по 2011 г. во время пеших маршрутов по учету численности кеты и горбуши в реках Эйкан, Лантарь, Немуй (Аяно-Майский район), Уда, Тылякачан, Сонки, Ульбан, Иткан, Иктинго, Талим и других более мелких водотоках (Тугуро-Чумиканский район), Иска (материковое побережье Сахалинского залива). Во время маршрута в соответствии с методическими рекомендациями (Золотухин, 2009) собирались сведения о типах русел рек (прямолинейное, извилистое, многорукавное) и типах водоснабжения мест нереста (микродаунвеллинг, грунтовые напорные воды и др.), о ширине и глубине русла на участках нерестилищ.

Молодь горбуши и кеты в р. Тугур ловили мальковым неводом на 175-километровом участке (2007–2012 гг.), а в р. Иска — коническими ловушками в 5 км от устья согласно имеющимся методикам (Инструкция ..., 1978**; Золотухин, Скирин, 2003).

Картографической основой иллюстраций послужила цифровая карта Хабаровского края, созданная Дальневосточным аэрогеодезическим предприятием, масштаб 1 : 500000. Карта-схема района исследований (рис. 1) выполнена в среде ArcViewGIS 3.1 (Copyright 1996 Environmental Systems Research Institute, Inc.).

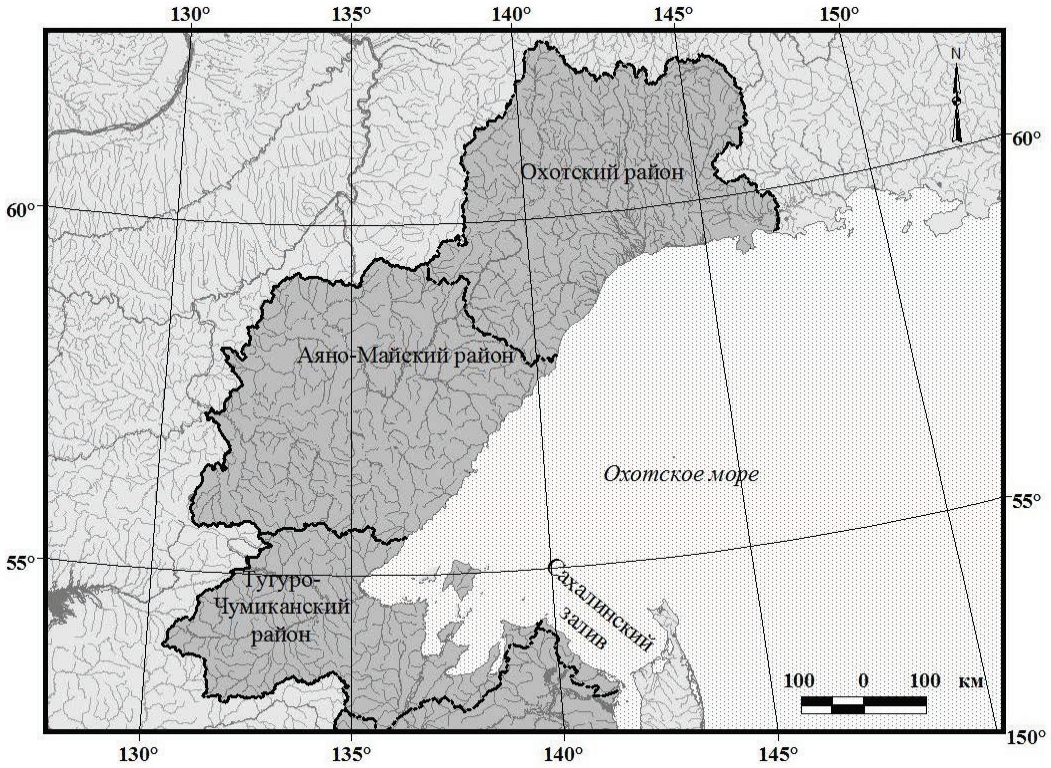

Рис. 1. Гидрологическое районирование северо-западного побережья Охотского моря
Fig. 1. Hydrological zoning of the Okhotsk Sea northwestern coast

Классификация рек в соответствии с их характеристиками, а также характеристиками их видового богатства была проведена с использованием процедуры кластерного анализа и многомерного шкалирования (пакет статистических программ Statistica 6.0).

---

* Гидрологическая изученность. Т. 19: Северо-восток. Л., 1967. 602 с.

** Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО. Владивосток, 1987. 23 с.

В таблицу критериев в качестве характеристики бассейнов включили протяженность водотоков и уклоны их русел, а сведения о наличии лососеобразных рыб послужили характеристиками видового богатства (1 вид = 1 балл) этих водотоков. Для кеты и горбуши, во избежание однообразности оценки в 1 балл для всех водотоков, указывался показатель их обилия в исследованных водотоках в баллах по логарифмической шкале. Логарифмическая шкала обилия часто применяется при рыбохозяйственных расчетах (Жирмунский, Кузьмин, 1990; Золотухин и др., 2007): 1 балл — единично, 2 балла — до 100 экз., 3 балла — 101–1000, 4 балла — 1001–10000, 5 баллов — 10000–100000, 6 баллов — 0,1–1,0 млн, 7 баллов — более 1,0 млн экз.

Результаты и их обсуждение

Гидрологическое районирование северо-западного побережья Охотского моря. Неоднородность геоморфологического строения западного побережья Охотского моря формирует различный облик русел рек в разных его частях.

Охотский административный район Хабаровского края занимает самую северную часть Хабаровского края. Для побережья, имеющего протяженность 510 км, характерна слабая изрезанность береговой линии моря, чередование прибрежно-морских равнин с низкогорными участками, наличие крупных горных рек, выносящих большое количество аллювиального материала. Всего на этом участке в море впадают около 80 рек протяженностью более 5 км*. Наиболее значительные реки — Иня, Ульбея, Кухтуй, Охота, Урак и Улья. Почти все они берут начало в высокогорном хребте Сунтар-Хаята и частично имеют ледниковое питание. Аллювиальные отложения представлены валунно-галечным материалом. Русла на равнинных участках в низовьях рек характеризуются многорукавностью и интенсивными преобразованиями после каждого значительного паводка.

Протяженность побережья в пределах Аяно-Майского административного района составляет 480 км. Береговая линия очень слабо изрезана с широким распространением денудационных берегов. Близость мирового водораздела к берегу моря обусловливает небольшую длину рек. Всего здесь насчитывается около 40 рек протяженностью более 5 км*. Среди них наиболее значительными являются реки Тукчи, Улкан, Алдома, Лантарь, Немуй, протяженность которых не превышает 200 км. Долины почти всех этих рек имеют продольное простирание, поскольку береговая линия моря протягивается параллельно горным хребтам. Большинство рек перед впадением в море имеют значительные уклоны и крупный аллювиальный материал в русле. Степень многорукавности рек невелика. В нижних течениях они образуют не более 3–4 рукавов. Многие малые реки штормовыми валами изолированы от непосредственного стока в реку. Вода просачивается через галечно-валунную толщу и лишь во время мощных паводков размывает эти высокие перемычки, но они почти ежегодно восстанавливаются во время осенних штормов.

Тугуро-Чумиканский административный район имеет наиболее изрезанную береговую линию с большими заливами и полуостровами общей протяженностью 1050 км (без учета Шантарских островов). Гористые полуострова чередуются с довольно обширными равнинными территориями, продолжающими заливы в сторону континента. На этом участке побережья в море впадает около 110 рек, характеризующихся наибольшим разнообразием морфодинамических типов в пределах всего рассматриваемого побережья*.

В пределах Николаевского района (от мыса Александра до устья р. Амур) протяженность берега Охотского моря составляет 650 км. Он слабо изрезан, а линия водораздела с реками бассейна р. Амур проходит вблизи моря, поэтому реки преимущественно короткие, а их количество составляет всего около 60. Самые крупные из них — Большая Иска и Ныгай — имеют протяженность соответственно 55 и 41 км*. Низкогорный рельеф и слабо расчлененные морские равнины обусловили формирование широких

* Гидрологическая изученность. 1967.

долин в низовьях рек, характеризующихся преобладанием меандрирующих русел со спокойным течением и мелкогалечным аллювиальным материалом.

Следовательно, по различиям геоморфологии побережья и бассейнов рек можно выделить 4 участка, приблизительно совпадающих с территориями административных районов Хабаровского края (рис. 1).

Природные условия, влияющие на русловой режим рек. Геологическое строение северо-западного побережья Охотского моря предопределило широкое распространение магматических и осадочных преимущественно палеозойских пород, обладающих высокой прочностью к процессам выветривания и истирания при переносе водным потоком. Это обусловливает валунно-галечный состав аллювиальных отложений в верхних звеньях речной сети и более мелкий, в основном галечный, состав речных отложений в нижних частях водотоков. Большое значение для нерестовых рек имеет тот факт, что при высокой устойчивости к выветриванию пород доля глинистого материала в аллювиальных отложениях незначительна (Полунин, 1983).

Наибольшее влияние на характер и интенсивность русловых процессов в реках оказывают климат, геоморфологическое строение территории и их производная — водность рек. В верхних участках бассейнов горный сильно расчлененный рельеф определяет значительные уклоны днищ речных долин и большие скорости течений воды. В результате в русла рек поступает преимущественно крупный обломочный материал, распространяющийся до низовий многих даже крупных водотоков.

По данным Г.В. Полунина (1983, 1989), обычно в нижнем течении реки северо-западного побережья Охотского моря на отдельных участках пересекают малые приморские низменности, в пределах которых уклоны водного потока небольшие. В этом случае аллювиальные отложения представлены мелкогалечным материалом, а на отдельных участках русла — песчаным и песчано-илистым составом русловых отложений. Размеры водотоков и особенности строения рельефа побережья во многом определяют морфологию и состав отложений на их приустьевых участках (Полунин, 1983).

Климатические условия региона характеризуются продолжительной зимой с низкими температурами. Реки с ноября по май находятся подо льдом. Вторжения южных циклонов вызывают интенсивные ливни с мощными паводками. Сильные наводнения (обеспеченностью ниже 10 %, т.е. один случай за 10 лет) производят значительную эрозионно-аккумулятивную работу в руслах рек. Для нижних течений рек северо-западного побережья Охотского моря типично активное переформирование русел, возникновение новых и деградация старых рукавов, что отмечал А.Н. Махинов в полевых поездках 1981–2009 гг. Русловые формы рельефа и крупность аллювиального материала существенно изменялись по сравнению с существовавшими ранее. В результате создаются благоприятные условия для формирования новых нерестилищ, а многорукавность русла обеспечивает высокую плотность нерестилищ, площадь которых в сумме может существенно превышать аналогичный показатель по сравнению с однорукавным руслом реки.

Активность береговых абразионно-аккумулятивных процессов является существенным фактором, влияющим на строение русел и их динамику в низовьях рек. В исследуемом районе берега на значительной протяженности относятся к денудационному и денудационно-абразионному типам. Менее распространены абразионные берега. Они приурочены к малым приморским равнинам, а также конусам выносов крупных рек. В устьях многих рек имеются небольшие аккумулятивные формы рельефа, изменяющие свои форму и положение после значительных осенних штормов (Полунин, 1983). Приливы высотой до 9 м способны заливать морской водой нижние части бассейнов на протяжении до 24 км, что, например, отмечалось нами в реках Ульбан и Сыран.

Учитывая указанные факторы и собственные сведения, водотоки западной части Охотского моря можно разделить на несколько типов (табл. 1).

Таблица 1

Типы водотоков по особенностям строения приустьевых участков

Table 1

Types of rivers by their mouth morphology

Тип водотоков	Уклоны в низовьях, ‰	Состав руслового аллювия	Наличие нерестилищ	Примеры рек
Реки с лагунными озерами в устье	0,001–0,010	Галечный	Горбуша, кета	Мухтель, Кухтуй
Реки с многорукавными руслами и эстуариями	0,005–0,020	Песчано-мелкогалечный	«	Тугур, Кутын, Усалгин
Реки с наземными дельтами в устье	0,01–0,05	Галечный	«	Тором, Уда
Водотоки с периодически блокированным устьем	Менее 0,02	Галечно-валунный	Горбуша	Малые водотоки
Водотоки без аккумулятивных форм в устье	0,05–0,15	Валунно-галечный	«	То же
Водотоки с висячими устьями	0,2–1,0	Отсутствует	Отсутствуют	«

Водный режим рек западной части побережья Охотского моря. С водным режимом водотоков тесно связано весеннее движение мальков к морю, а летом — заход производителей в реки на нерест. Гидрологический режим водотоков во многом определен географическим положением территории в непосредственной близости от побережья Охотского моря и горным сильно расчлененным рельефом местности. Большие реки в низовьях протекают в широких глубоко врезанных ящикообразных долинах с крутыми склонами. Русловые аллювиальные отложения представлены преимущественно хорошо окатанным крупногалечниковым и мелковалунным материалом. Густота речной сети относительно невелика и составляет около 0,9 км/км^2*. Большая крутизна склонов, форма бассейнов и значительные уклоны русел, а также наличие многолетней мерзлоты и больших запасов снега обусловливают резкие подъемы уровня воды во время прохождения дождевых паводков высокой обеспеченности и в период весеннего снеготаяния. На многих реках в течение всей зимы местами сохраняются полыньи*. Температура воды в реках летом составляет 8,0–10,0 ^{o}C, зимой — 0,1–0,3 ^{o}C, что входит в зону оптимума для инкубации икры горбуши. На некоторых участках более крупных рек, обильно снабжаемых напорными подземными водами, температура воды зимой составляет около 2 ^{o}C, что входит в зону оптимума для инкубации икры кеты. Вода слабо минерализована и характеризуется высокими показателями качества.

Подъем уровня воды от талых вод начинается в конце апреля. Часто во время половодья наблюдаются заторы льда, во время которых уровни воды поднимаются на 1,5–1,8 м. Паводок достигает максимума в середине мая — начале июня; спад продолжается до конца июня. Период с конца апреля по конец июня соответствует времени покатной миграции молоди кеты и горбуши. В реках протяженностью более 150 км в июле остается небольшая доля молоди кеты, которая начинает нагул в реке, концентрируясь недалеко от устьев, и уходит в море только с летними паводками*.

Половодье сменяется дождевыми паводками. В течение теплого периода по рекам проходит от 2 до 5 паводков. Высота их составляет 1,7–2,0 м, иногда до 3,0 м. Подъем уровня происходит в среднем с интенсивностью от 0,2 до 0,5 м в сутки и продолжается при значительных осадках 4–6 дней; спад более замедленный — 10–15 дней. Наиболее высокие подъемы уровня воды наблюдаются в мае, августе и сентябре. Летне-осенние паводки, вызывающие большие наводнения, бывают один раз за 10–15 лет*.

Наибольший месячный сток наблюдается в июле-сентябре. Он обусловлен выпадением большого количества осадков на водосборных бассейнах рек. В теплый период года по рекам проходит около 80 % годового стока. Существенное увеличение месячного стока наблюдается в мае, что связано со значительными запасами воды в

* Гидрологическая изученность. 1967.

снеге (высота снежного покрова к концу зимы составляет 80–90 см). Наименьшие расходы воды отмечаются в конце февраля — марте*.

Для малых рек района характерен паводочный режим в течение всего теплого периода года. Общая продолжительность периода, когда на реках наблюдаются значительные паводки и половодья (превышающие среднегодовой расход воды в два раза и более), составляет 40–45 дней. Однако величина паводков сравнительно небольшая, поэтому распределение стока равномерное. Паводочный режим наблюдается обычно до сентября. Спад воды продолжается до конца ноября — начала декабря. В зимний период сток сравнительно высокий вследствие регулирующего влияния грунтовых вод. Самые малые водотоки в летний период имеют постоянный сток, а зимой перемерзают*.

Морфодинамические типы водотоков и особенности их русловой динамики. Горный характер рек рассматриваемого района, значительное количество аллювиального материала и существенная сезонная неравномерность стока обусловливают высокую динамичность преобразования русел рек охотоморского побережья. В своих верхних и средних течениях реки в основном имеют общие черты, выражающиеся в преобладании глубинной эрозии над боковой и в активном перемещении аллювиального материала. Русла их и на карте, и с самолета выглядят как преимущественно однорукавные прямолинейные или слабоизвилистые. Аллювиальные отложения представлены слабо окатанным валунно-галечным материалом. Лишь на отдельных участках русла создаются условия для скопления галечного материала небольшой мощности.

Наиболее крупные реки западного побережья Охотского моря в нижнем течении характеризуются дроблением на рукава. В зависимости от особенностей фуркации выделяются два основных морфодинамических типа многорукавных русел — разветвленно-извилистые и разбросанные (Чалов, 2008). Они различаются степенью дробления русла на рукава, которая определяется отношением общей длины речной сети на участке русла к длине долины. Критерием деления на указанные типы русел исследуемых рек является показатель, равный 5,0 (Чалов, 2008). Топографическая карта масштаба 1 : 50000 даёт возможность определить этот показатель (табл. 2).

Таблица 2

Морфодинамические типы русел в нижних течениях некоторых рек Приохотья

Table 2

Morphological types of lower parts for some coastal rivers of the Okhotsk Sea basin

Река	Тип русла	Протяженность участка долины, км	Отношение общей длины речной сети к длине долины на участке
Охота	Разбросанное	118	9,4
Улья	«	55	5,3
Тором	«	65	11,5
Тугур	Разветвленно-извилистое	110	3,1
Иска	«	4	2,7
Уда	Разбросанное	52	6,7
Усалгин	Разветвленно-извилистое	22	2,2
Мухтель	«	7	3,7
Урак	Разбросанное	29	5,9
Ульбея	«	26	5,7
Иня	«	67	10,2
Кухтуй	Разветвленно-извилистое	95	4,4

Примеры этих двух типов русла в бассейнах рек северо-западной части побережья Охотского моря в районе нерестилищ горбуши представлены на рис. 2 и 3. Необходимо отметить, что на участках с разветвленно-извилистым типом русла нерестилища горбуши в своем большинстве не располагаются в главном русле, а на участках с разбросанным типом русла в основном встречаются именно в главном русле. Например, в бассейне р. Тугур нерестилища горбуши имеются только в отдельных притоках,

* Гидрологическая изученность. 1967.

впадающих в протоку Уля: реки Совояк, Эльганжа. В бассейне р. Охота нерестилища горбуши располагаются в протоках главного русла. Из 12 рек, представленных в табл. 2, лишь у нескольких отмечается отклонение от этой тенденции. Нерест горбуши отмечается в нижних притоках р. Улья: в р. Тагая с притоком р. Отау и в р. Юдман; в р. Кухтуй около 90 % горбуши нерестится в основном русле, и только 10 % в притоке — р. Гусинка; в р. Ульбея небольшая часть горбуши нерестится в притоке Ульберикан (Путивкин и др., 2000).

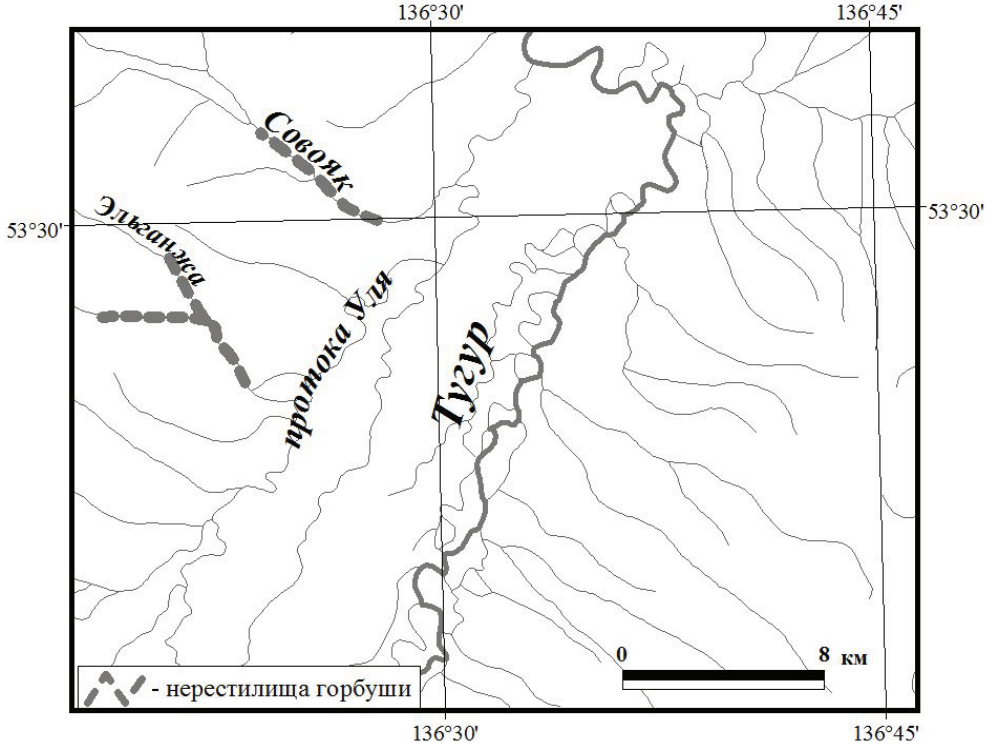

Рис. 2. Участок долины р. Тугур, 25–35 км выше устья. Пример разветвленно-извилистого типа русла. Уклон менее 1,0 ‰. Для основного русла типичны меандры. Нерестилища горбуши (протока Уля, реки Эльганжа, Совояк) располагаются в притоках

Fig. 2. Part of the Tugur River valley, 25–35 km up from the mouth — a sample of the branched-meandering type of river (slope < 1.0 ‰). Spawning grounds of pink salmon are located in the tributaries (Ulya, Alganzha, Sovoyak)

Разработанное С.Р. Чаловым (2008) морфодинамическое направление в изучении русловых процессов позволяет проводить оценку интенсивности преобразований русел рек и их рукавов (проток). Изучение особенностей строения и определение относительного возраста основных русловых форм рельефа дают возможность однозначно выявить направленность, последовательность и интенсивность изменений преобразования русла — развитие одних рукавов и отмирание вплоть до полной заносимости наносами других рукавов.

Развивающиеся рукава характеризуются прямолинейным или слабоизвилистым руслом со слабо выраженными русловыми аккумулятивными формами, размываемыми берегами и большими глубинами. Отмирающие рукава обычно перегружены наносами, в них имеются многочисленные косы, особенно на выпуклых берегах излучин, для них характерны частые плесы и перекаты, а также неравномерность глубин вдоль русла. Относительно устойчивые рукава имеют промежуточные характеристики русла и строение аккумулятивных форм руслового рельефа.

Р.С. Чалов (2007) отмечал, что процессы направленного преобразования рукавов реки на сложных участках русел тесно связаны между собой. Активное развитие одних рукавов неизбежно ведет к наличию в реке большого количества отмирающих

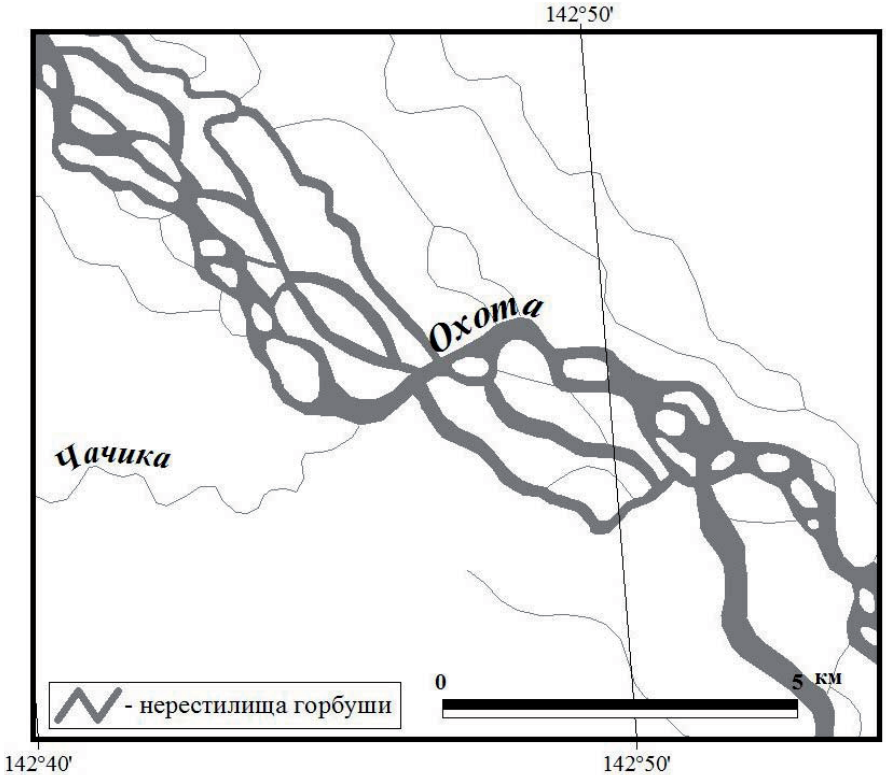

Рис. 3. Участок долины р. Охота ниже притока Арка, 30–40 км выше устья р. Охота на топографической карте масштаба 1 : 100000. Пример разбросанного типа русла. Уклон более 3,0 ‰. Для основного русла типична многорукавность. Нерестилища горбуши располагаются в рукавах (протоках) главного русла

Fig. 3. Part of the Okhota River valley, 30–40 km up from the mouth (scale 1 : 100000) — a sample of the multichannel type of river (slope > 3.0 ‰). Spawning grounds of pink salmon are located in side channels

рукавов. При небольшой активности русловых переформирований увеличивается доля относительно стабильных рукавов реки. В сильные паводки, случающиеся один раз в 15–20 лет, структура речной сети и, соответственно, новые рукава формируются или отмирают в течение нескольких суток. Но затем они не остаются неизменными, а постепенно преобразуются менее мощными (ежегодными) паводками.

Наши наблюдения за морфодинамическими характеристиками рек охотоморского побережья (с 1981 по 2009 г.) были эпизодическими и не приходились на период сильных паводков. Р.С. Чалов (1994) считал, что на больших реках типа Охота, Тугур, Уда и др. средняя продолжительность развития или отмирания рукавов составляет первые десятки лет. Основными критериями при оценке стабильности русла являются периодичность проявления катастрофических русловых процессов и возраст наиболее старых аккумулятивных форм в руслах рек. Мы рассмотрели периодичность катастрофических паводков на некоторых реках Хабаровского края (табл. 3). Катастрофическим считается уровень, при котором пойма реки покрывается водой. Например, для р. Уда этот уровень — более 750 см, для р. Иска — более 300 см, для русла р. Амур в районе Хабаровска катастрофическим считается уровень более 600 см от условного ноля. За 20 лет наблюдений на р. Уда такой уровень отмечали 5 раз, а за 18 лет наблюдений на р. Иска — 4 раза (табл. 3). За 116 лет наблюдений у Хабаровска было отмечено 6 паводков, приводивших к заметным переформированиям русловых элементов, при этом уровень воды превышал 6 м (табл. 3). В Амуре у Хабаровска паводки разрушительной силы происходят раз в 19 лет, однако в зависимости от частоты прохождения циклонов, которые приносят значительные атмосферные осадки в бассейн р. Амур,

могут происходить и чаще, как это было в 1950-е гг. (Тростников, 1967) (табл. 3). Следовательно, преобразующие русло процессы на реках побережья Охотского моря происходят активнее, чем в бассейне р. Амур: раз в 4–5 лет.

Таблица 3

Катастрофические уровни воды р. Амур у г. Хабаровск и рек побережья Охотского моря (Иска и Уда) в 1897–2013 гг.

Table 3

Catastrophic floods of the Amur River (at Khabarovsk) and the rivers of the Okhotsk Sea coast (Iska and Uda) in 1897–2013

Р. Уда, 1961–1980 гг. Год и катастрофический уровень воды (более 750 см от усл. 0)		Р. Иска, 1963–1980 гг. Год и катастрофический уровень воды (более 300 см от усл. 0)		Р. Амур, 1897–2013 гг. Год и катастрофический уровень воды (более 600 см от усл. 0)	
1963	773	**1969**	356	**1897**	642
1970	774	**1970**	314	**1902**	630
1972	878	**1975**	302	**1951**	640
1977	789	**1979**	360	**1953**	610
				1959	630
				1984	620
				2013	808

Разветвленно-извилистые русла характерны для многих крупных рек Приохотья — Кухтуя, Тугура, Усалгина, Мухтеля и др. Особенно распространены они в Тугуро-Чумиканском районе, что обусловлено относительно небольшим поступлением галечного материала в реки в их нижних течениях, что, в свою очередь, определяется геоморфологическим строением территории. В этих реках хорошо выражено основное русло, свободно меандрирующее в широкой долине. Второстепенные рукава имеют значительную протяженность и небольшие размеры. Плановое положение проток достаточно устойчиво, их изменение обычно происходит в результате перераспределения стока воды между рукавами (Чалов, 2008).

Разбросанные русла крупных водотоков наиболее часто встречаются в Охотском районе, реки которого на большей части своего бассейна формируют сток воды и наносы в горных районах. Лишь в нижних течениях они имеют широкие долины, перегруженные большим количеством аллювиального материала, выносимого в крупные реки многочисленными притоками. Для этих рек характерно широкое распространение большого количества коротких широких рукавов с обширными косами. Плесы и перекаты в таких рукавах часто чередуются по длине водного потока и имеют небольшие размеры. На таких участках формируются нерестилища горбуши. Сеть водных потоков разбросанных русел рек очень сложна и динамична. Вследствие частых значительных паводков переформирование русла происходит регулярно, особенно в рукавах, имеющих наибольший сток воды.

Второстепенные рукава, расположенные по периферии относительно основных молодых рукавов, сохраняются в течение еще более длительного времени, чем частота прохождения катастрофических паводков (табл. 3). По причине своей устойчивости они становятся главными участками для образования нерестилищ кеты.

На вновь формируемых рукавах разбросанных русел образование участков, пригодных для нерестилищ кеты, происходит постепенно. Это связано с тем, что аккумулятивные формы в русле реки, состоящие из гальки и мелких валунов, к которым приурочены нерестилища, создаются в уже достаточно разработанных руслах. Для достижения этой стадии в протоках необходимо накопление принесенного в паводки подходящего по размеру аллювиального материала. После возникновения новой протоки на этот процесс затрачивается не менее 2–3 лет. Для рек с разбросанным типом русла большое количество рукавов с разнообразными фазами их развития в целом обеспечивает хорошие условия для формирования нерестилищ кеты.

Существенную роль в динамике разветвленно-извилистых и разбросанных речных русел играют заломы, образующиеся на реках лесной зоны Дальнего Востока (Чемеков, 1955; Полунин, 1983; Чалов, 1994). В реках побережья Охотского моря заломы способствуют формированию многорукавности и интенсивным плановым деформациям русла. Расположение заломов в руслах рек показывает, что они приурочены обычно к истокам второстепенных рукавов. Заломы пропускают воду, но перекрывают поступление в протоку крупного аллювиального материала. В результате такие участки русел превращаются вначале в слабопроточные водотоки, а затем постепенно заполняются более мелкими наносами, заиливаются и отмирают, превращаясь в не пригодные для нереста тихоокеанских лососей речные заливы.

Особенности расположения нерестилищ в руслах рек. Важным фактором, способствующим образованию благоприятных условий для нереста тихоокеанских лососей, является многорукавность речных русел. Во-первых, общая протяженность русел рек из-за наличия многочисленных рукавов обычно в 3–10 раз превышает протяженность долины (см. табл. 2). На таких участках рек всегда имеются хорошо разработанные довольно устойчивые рукава с наличием развитых аллювиальных форм рельефа, галечниковые отложения, которые постоянно обновляются после каждого крупного паводка. Этим поддерживается рыхлое сложение материала, обеспечивающего хорошую фильтрацию воды в толще аллювиальных отложений.

Во-вторых, активность аккумулятивных процессов в низовьях рек обеспечивает сток воды практически по всем рукавам даже при низких уровнях воды в зимнюю межень, поскольку в таких руслах второстепенные рукава располагаются гипсометрически ниже, чем главное русло. Зимой сток воды отмечается даже на участках второстепенных рукавов, частично перекрытых крупным аллювиальным материалом, не препятствующим значительной фильтрации воды.

Горбуша, как правило, для размножения избирает участки инфильтрации речных вод в подрусловой поток. Температура в буграх практически не отличается от таковой на поверхности, полностью повторяя ее суточные и сезонные изменения (Леман, 2003). Практически во всех реках Николаевского, Тугуро-Чумиканского, Аяно-Майского и Охотского районов нерестилища горбуши расположены в пределах системы «плёс—перекат», преимущественно там, где начинается переход от плесов к перекатам и на перекатах, хотя гребни их используют редко. На этих участках вода за счет разницы уровней выше и ниже переката фильтруется в грунт (Рухлов, 1969; Волобуев, Рогатных, 1997).

Выбор места нереста горбуши в верхней части перекатов не случаен и по отношению к паводкам. Как показало вскрытие нерестовых гнезд на Сахалине после тайфунов (Рухлов, 1969), паводок сравнивает бугры, но икра остается на месте и повышенного отхода не наблюдается. Одним из видов приспособлений к резким подъемам уровней воды, по мнению Ф.Н. Рухлова (1969), является откладка икры горбуши на перекатах. Во время паводков перекаты рек не размываются, наоборот, происходит наращивание слоя аллювия на них. Плесы же в это время подвергаются размыву. Поэтому разрушение нерестовых бугров и вынос икры из них может происходить, если самка отнерестилась на плесе.

Во время крупных осенних паводков переформирование многорукавных участков русел рек западной части побережья Охотского моря происходит своеобразно. Основной рукав в результате транспортировки значительного количества аллювиального материала нередко заполняется наносами, и на этом участке реки в стороне формируется новый основной рукав. Активные русловые переформирования не затрагивают значительную часть второстепенных рукавов, морфометрические характеристики которых сохраняются в течение длительного времени почти в неизменном виде. Плесы и перекаты в их пределах испытывают небольшие изменения, что летом благоприятно сказывается на состоянии нерестилищ горбуши, весной — на состоянии нерестилищ туводных рыб (ленков, хариусов, сибирского тайменя), а осенью — на состоянии нерестилищ мальмы и кунджи, которые используют этот русловой элемент для нереста.

В многорукавных участках русла наиболее крупных рек северо-западного побережья Охотского моря (Уда, Охота и др.) нерестилища горбуши располагаются также в устьях рукавов. Это самые подвижные части русловых систем, которые могут изменяться паводком любой силы. Аллювиальные отложения, накопленные здесь, играют роль галечниковой плотины и приводят к созданию протяженного (до нескольких сотен метров) широкого пологого мелководного участка (аналог плёса), заканчивающегося коротким (несколько метров) крутым участком слива вод (аналог переката).

В малых реках побережья Охотского моря в пределах Николаевского, Тугуро-Чумиканского, Аяно-Майского, Охотского районов протяженность плесов небольшая, поэтому горбуша занимает для нереста весь плес. Таким образом, малые реки часто представляют собой сплошные нерестилища горбуши. Такова, например, р. Лонгари в Сахалинском заливе.

Значительно реже нерестилища горбуши располагаются на участках русел во второстепенных протоках со слабо выраженными русловыми формами. Глубины по ширине русла на некотором протяжении вдоль потока почти не изменяются, а русловые отложения представлены хорошо сортированным галечно-мелковалунным материалом. Эти участки характеризуются небольшими скоростями течения и в американской литературе называются глайдами.

В отдельных случаях нерест горбуши отмечается на участках, омываемых напорными грунтовыми и даже ключевыми водами. Такие участки обычно располагаются вдоль подножий крутых склонов долин или конусов выноса больших притоков. Это характерно для малочисленной для северо-западного побережья Охотского моря осенненерестующей формы горбуши, которая распространена локально. Отмечено, что в р. Малый Джелон (Тугуро-Чумиканский район) и р. Эйкан (Аяно-Майский район) заходит на нерест поздняя группировка горбуши. Горбуша в этих реках нерестится в ключах — на выходе напорных грунтовых вод. В озерах западного побережья Охотского моря нерест горбуши не был отмечен.

Участки с выходами парафлювиальных (напорных подрусловых вод) и ортофлювиальных (ключевых грунтовых вод) источников используют для нереста кета, кижуч и нерка, что на примере рек Охотского района достаточно хорошо описано в литературе (Путивкин и др., 2000; Леман, 2003). Охотоморская кета для нереста использует два различных типа участков русла в бассейнах рек. Первый тип — это выходы напорных грунтовых вод на участках многорукавного русла. Данные участки характеризуются слабой устойчивостью и могут трансформироваться во время паводков. Второй тип участка — ключи в притоках, их конусах выноса и основном русле. Этот тип участка характеризуется высокой устойчивостью и не видоизменяется в течение десятков лет и даже столетий.

Грунт для нерестилищ подготавливают (перемещают, рыхлят и промывают межгравийное пространство во всей толще аллювия) не рыбы, а паводки, транзит аллювиальных масс и русловые геоморфологические процессы (Золотухин, 2003). Именно паводки, как показывают полевые наблюдения на водотоках Приохотья, вымывают из русловых отложений цементирующий их песчано-глинистый материал и делают толщу аллювиальных отложений достаточно рыхлой, доступной для усилий рыб по перемещению крупной гальки и мелких валунов на нерестовые бугры.

Для наиболее крупных рек северо-западной части побережья Охотского моря характерен многорукавный тип русла, он особенно хорошо выражен в их нижних течениях. Это многочисленные длительно существующие рукава с устойчивым сезонным водным режимом и выходами грунтовых напорных вод, что обусловливает высокий потенциал рек с точки зрения воспроизводства анадромных и жилых лососевых рыб. Участки многорукавного русла наиболее насыщены нерестилищами горбуши и кеты. Многие рукава (протоки) находятся в стадии устойчивого состояния, когда их преобразования в течение довольно длительного времени незначительны, что благоприятно сказывается на использовании их кетой в качестве нерестилищ (Золотухин, Махинов, 1999). Нерестилища кеты в таких рукавах встречаются часто и имеют большие площади.

В отмирающих протоках нерестилища кеты бывают обычно небольших размеров и располагаются в их истоках или на приустьевых участках (Махинов, Золотухин, 2011).

В активно развивающихся (молодых) протоках, формирующихся при значительных паводках, условия для нереста кеты существенно ухудшаются. Это, как правило, связано с высокой плотностью и большими размерами обломочного материала аллювиальных отложений. В них еще не сформировались аккумулятивные формы руслового рельефа, состоящие из наиболее подходящего для строительства нерестовых гнезд материала. Поэтому устойчивость участков русел реки является положительным фактором, способствующим длительному функционированию нерестилищ кеты.

В малых водотоках нами отмечены только участки, где нерестилища горбуши возникают преимущественно из-за разницы высот над уровнем моря, что создает микродаунвеллинг. В водотоках с висячими устьями нерестилища кеты и горбуши отсутствуют. Также не было отмечено их в водотоках с низкими уклонами, большая часть которых заливается приливами, например, р. Санджа, расположенная между реками Ульбан и Эльго.

Видовое богатство и его связь с протяженностью и уклоном рек района. На примере наиболее крупных бассейнов известно, что большее число геоморфологических элементов русла способствует увеличению видового разнообразия рыб. Будет ли это правило работать в условиях рек западной части Охотского моря? Авторы составили таблицу, в которую включили протяженность водотоков и уклоны их русел как характеристики бассейнов, а сведения о наличии лососеобразных рыб — как характеристики видового разнообразия (1 вид = 1 балл) этих водотоков (табл. 4). При этом для кеты и горбуши указывалось не только наличие, но и показатель их обилия в баллах по логарифмической шкале.

Таблица 4

Длина (км), средний уклон (м/км) и наличие лососевидных рыб в некоторых реках северо-западной части побережья Охотского моря (Черешнев, 1998; наши данные)

Table 4

Length (km) and average slope (m/km) for some rivers at the Okhotsk Sea coast and lists of salmonid fishes for them (Черешнев, 1998; our data)

Река	Длина	Уклон	Кета	Горбуша	Ленок	Хариус	Таймень	Сиг	Гольцы
Иктинго	17	12,3	0	5	0	0	0	0	1
Усалгин	142	2,1	5	3	2	1	0	0	2
Иткан	38	7,5	4	5	1	0	0	0	2
Ульбан	77	2,6	5	6	1	1	0	0	2
Сыран	81	3,0	4	5	0	0	0	0	0
Талим	10	27,7	0	4	0	0	0	0	0
Тугур	175	0,8	6	4	2	1	1	1	0
Маймагун	48	8,0	0	4	0	0	0	0	2
Тылякачан	31	4,2	3	4	1	0	0	0	1
Сонки	17	5,1	0	4	0	0	0	0	0
Уда	457	0,8	7	5	2	1	1	1	2
Кухтуй	384	3,1	5	6	0	1	0	1	3
Иня	330	1,8	5	6	0	1	0	1	3
Амур	4440	0,1	7	7	2	4	1	2	1

Кластерный анализ (рис. 4) указал на возможность классификации рек на 4 группы по их протяженности и уклонам русла. В первую группу вошли самые небольшие водотоки, протяженностью от 10 до 81 км. Во вторую группу включены реки протяженностью 142 и 175 км — Усалгин и Тугур, в третью — наиболее протяженные реки (330–457 км) Уда, Кухтуй, Иня. В четвертую группу вошла единственная река — Амур.

На рис. 5 представлена диаграмма сходства бассейнов рек I группы (см. рис. 4) по обилию кеты и горбуши и наличию лососеобразных на основе метода многомерного шкалирования. Реки на диаграмме образовали два «облака». Первое «облако» — реки Сонки, Талим, Иктинго и Маймагун. Они характеризуются наличием только горбуши.

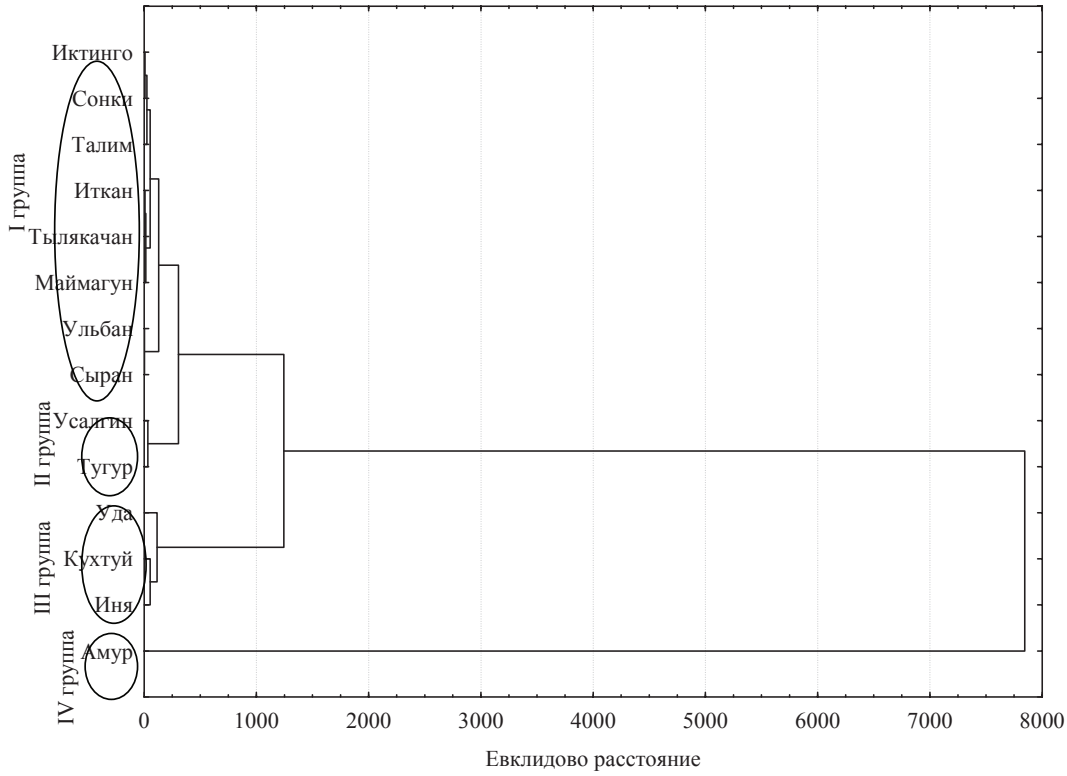

Рис. 4. Дендрограмма группировок бассейнов по протяженности и уклону русла
Fig. 4. Dendrogram for grouping of rivers by their length and slope

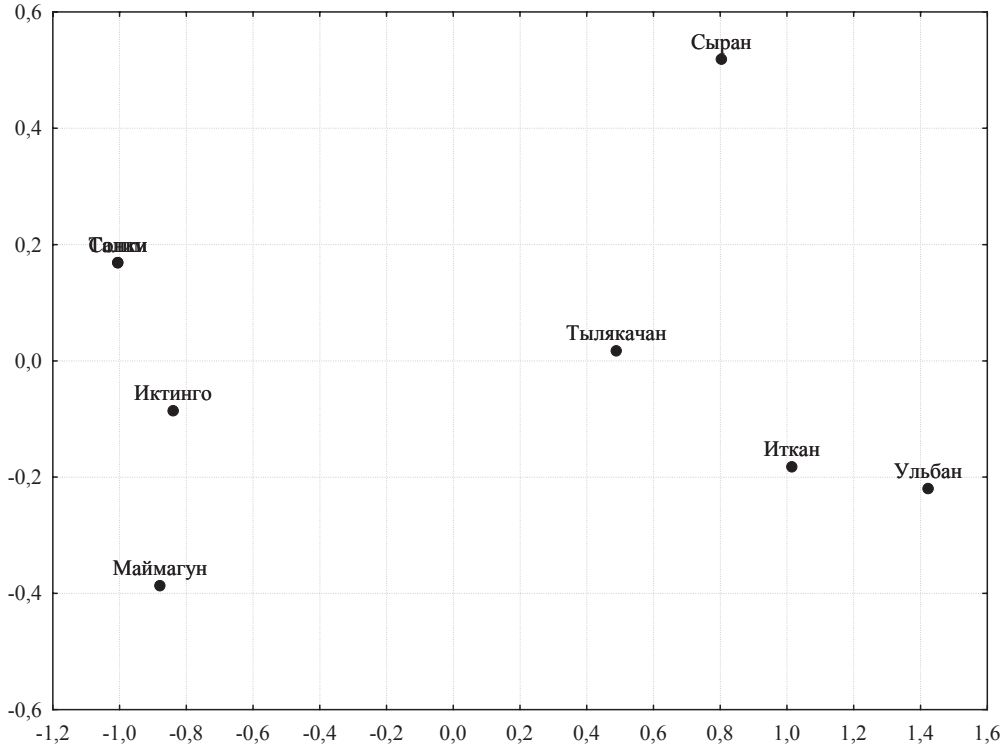

Рис. 5. Диаграмма сходства бассейнов рек I группы по обилию кеты и горбуши и наличию лососеобразных
Fig. 5. Similarity between the rivers of Group 1 by chum and pink salmons abundance and lists of other Salmonidae species

Второе «облако» — реки Ульбан, Иткан и Тылякачан (см. рис. 5). В этих реках присутствуют горбуша, кета, ленок, хариус и гольцы. Река Сыран на графике отдалена от остальных, но велика вероятность, что она входит в состав рек второго «облака», так как ее ихтиофауна исследована менее всего, и нам пока известно только о кете и горбуше.

Реки Усалгин и Тугур, вошедшие во II группу (см. рис. 4), характеризуются высокими запасами кеты, а запасы горбуши невелики. Из лососеобразных встречаются те же виды, что и в реках I группы (рис. 4), но добавляются таймень и сиг.

Реки Уда, Кухтуй и Иня, вошедшие в III группу (рис. 4), отличаются от рек II группы только высокими запасами горбуши.

Река Амур, образующая IV группу, характеризуется самым большим видовым разнообразием лососеобразных.

Следовательно, у рек западной части побережья Охотского моря тенденция увеличения видового разнообразия с увеличением размеров бассейнов выражена так же, как и в других регионах.

Заключение

Наиболее насыщены нерестилищами горбуши и кеты реки с многорукавным типом русла, который в реках западной части побережья Охотского моря характерен для наиболее крупных бассейнов и особенно хорошо выражен в их нижнем течении.

В северо-западной части побережья Охотского моря горбуша находит места для нереста как в наибольших по размеру реках (Уда, Охота и др.), так и в наименьших (менее 10 км) реках. Размеры бассейнов, уклоны и состав аллювиальных отложений большинства даже самых маленьких рек побережья подходят для ее нереста. В небольших реках (менее 20 км) она нерестится на самых простых по физическим условиям участках, например, с прямолинейным типом русла и наличием уклона для инфильтрации речных вод. Для нереста ей доступны самые неустойчивые, часто трансформирующиеся под влиянием паводков русловые участки, которые типичны для крупных рек побережья с разветвленно-извилистым и особенно разбросанным типом русла. Мест нереста горбуши здесь много, но вследствие высокой активности русловых процессов значительную долю их русел занимают неблагоприятные для нереста горбуши участки.

Обширные нерестилища кеты характерны для больших рек. В малых водотоках, протяженностью менее 20 км, их почти нет. Нерестилища кеты более устойчивы к паводкам. Они образуются на местах выходов напорных грунтовых вод в виде параф-лювиальных (подрусловые напорные грунтовые воды) и ортофлювиальных (ключи) источников. Как правило, большие площади напорных грунтовых вод характерны для наиболее крупных рек, обладающих большим геоморфологическим разнообразием, значительным количеством притоков и протяженными участками многорукавного русла.

Список литературы

Волобуев В.В., Рогатных А.Ю. Условия воспроизводства лососей рода *Oncorhynchus* материкового побережья Охотского моря // Вопр. ихтиол. — 1997. — Т. 37, № 5. — С. 612–618.

Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни в развитии природных систем : монография. — Л. : Наука, 1990. — 223 с.

Золотухин С.Ф. Методические указания по учёту тихоокеанских лососей на нерестилищах. — Хабаровск : ХфТИНРО, 2009. — 9 с.

Золотухин С.Ф. Нерестовый фонд и современный статус популяций лососей в Приморском крае : дис. … канд. биол. наук. — Хабаровск : ХоТИНРО, 2003. — 259 с.

Золотухин С.Ф., Виноградов В.В., Балушкин В.А. и др. Инвентаризация лососевых рек, состояние запасов, уловы, биология и распределение тихоокеанских лососей на материковом побережье Охотского моря и Татарского пролива в пределах Хабаровского края в 2002–2006 гг. : отчет о НИР / ХфТИНРО. — Инв. № 1610. — Хабаровск, 2007. — 304 с.

Золотухин С.Ф., Махинов А.Н. Заломы в нижнем течении р. Гур и их влияние на динамику нерестилищ осенней кеты // Амур на рубеже веков. Ресурсы, проблемы, перспективы : мат-лы Междунар. эколог. конф. и 2-й краевой конф. по охране природы. — Хабаровск, 1999. — Ч. 3. — С. 26–28.

Золотухин С.Ф., Скирин В.И. Неводная съемка в небольших реках как оперативный метод учета покатной молоди лососей // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке. — Хабаровск, 2003. — С. 87–96.

Леман В.Н. Экологическая и видовая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* на Камчатке // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2003. — Вып. 2. — С. 12–34.

Махинов А.Н., Золотухин С.Ф. Русловые процессы на нерестовых реках Нимелен и Керби (Нижнее Приамурье) // География и природные ресурсы. — 2011. — № 2. — С. 117–122.

Остроумов А.Г. Нерестовые озера Камчатки // Вопр. географ. Камчатки. — 1985. — Т. 9. — С. 47–56.

Полунин Г.В. Динамика и прогноз экзогенных процессов : монография. — М. : Наука, 1989. — 232 с.

Полунин Г.В. Экзогенные геодинамические процессы гумидной зоны умеренного климата (физические аспекты экзогенных процессов) : монография. — М. : Наука, 1983. — 247 с.

Путивкин С.В., Голованов И.С., Марченко С.Л. и др. Состояние запасов, биология и промысел тихоокеанских лососей на материковом побережье Охотского моря / ХфТИНРО. — Магадан, 2000. — 148 с. — Деп. в ВИНИТИ 14.05.01, № 1233-В 2001.

Рухлов Ф.Н. Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши и осенней кеты на Сахалине // Вопр. ихтиол. — 1969. — Т. 9, вып. 5(58). — С. 839–849.

Тростников М.В. Влажные и засушливые летние сезоны в Приамурье и солнечная активность // Климат и воды. Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. № 8. — Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 1967. — С. 3–22.

Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика : монография. — М. : ЛКИ, 2007. — Т. 1. — 608 с.

Чалов Р.С. Русловой режим рек Северной Евразии : монография. — М. : МГУ, 1994. — 336 с.

Чалов С.Р. Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2008. — Вып. 4. — С. 5–15.

Чемеков Ю.Ф. Заломы, их образование и развитие // Изв. ВГО. — 1955. — Т. 87, № 2. — С. 134–136.

Черешнев И.А. Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России : монография. — Владивосток : Дальнаука, 1998. — 131 с.

Поступила в редакцию 18.10.13 г.