

**ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

С.Р. Чалов

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ВНИРО), Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ул. Верхняя Красносельская, 17, Москва, 107140, Ленинские Горы, ГСП-1,
Москва, 119991, Россия. E-mail: Hydroserg@mail.ru*

Рассмотрены принципы классификации русловых процессов рек как основы для выявления пространственных закономерностей формирования биотопов в пределах речной сети. Показано соответствие особенностей формирования абиотических свойств рек региональным географическим закономерностям. Выделяются основные экологические значимые однородные участки речных русел разного пространственного масштаба. Предложены подходы к проведению комплексных гидролого-экологических исследований речной сети.

**PRINCIPLES OF CHANNEL PROCESSES TYPIZATION ACCORDING
TO STUDING OF RIVER ECOSYSTEMS FORMING**

S.R. Chalov

*Russian Federal Research Institute of Fisheries & Oceanography, Lomonosov Moscow State University,
V. Krasnoselskaya, 17, Moscow, 107140, Leninskye gori, GSP-1, Moscow, 119991, Russia.
E-mail: Hydroserg@mail.ru*

The principles of channel processes classification according to spatial laws of communities forming in river network are shown. The regional geographical characteristics governing river parameters were found. The main ecologically important similar reaches of river channels of different spatial scale are described. The ways of integrated hydrological and ecological studies of river network are discussed.

Водотоки, образующие речную сеть, отличаются между собой по различным абиотическим характеристикам. По длине рек происходит увеличение стока воды и наносов, химических веществ и тепла, меняются гидравлические свойства речного потока и состав русловых отложений (Vannote et al., 1980; Алексеевский и др., 2004). Соответственно меняются особенности проявления русловых процессов, т.е. совокупности явлений, связанных с взаимодействием потока и грунтов, слагающих ложе реки, эрозией, транспортом и аккумуляцией наносов (Маккавеев, 1955). Направленность русловых процессов является интегральным показателем всех указанных характеристик, поэтому ее изменение определяет трансформацию условий жизнедеятельности водных организмов. В результате изменение свойств речной экосистемы, т.е. природного комплекса, образованного популяциями всех водных организмов и средой их обитания, находится в тесной связи с изменениями характера русловых процессов в реках. Типизация последних определяет возможность выявления пространственных закономерностей формирования биотопов разного уровня в пределах речной сети.

Общие сведения

Вопрос характеристики среды обитания и изменчивости речных сообществ в пределах речной сети неразрывно связан с типизацией рек (русловых процессов) и элементов русла. Применительно к лососевым рекам попытки разработать единую классификационную систему, учитывающую как характеристику среды обитания, так и особенности структуры сообществ, были предприняты в работах крупнейших гидробиологов: Е.М. Крохина и Ф.В. Крогиуса (1937), В.Я. Леванидова (1981), И.М. Леванидовой и Л.В. Кохменко (1970). Детально изменчивость условий функционирования речных сообществ в соответствии с характером русловых процессов рассматривалась в работах американских исследователей (Stanford et al., 2005). В то же время начиная с середины XX в. в географической литературе вопросы типизации водотоков прорабатывались на высоком качественном уровне (Маккавеев, 1955; Leopold, Wolman, 1957; Rosgen, 1994; География..., 2004), однако результаты этих работ редко находили применение в смежных научных дисциплинах (в гидробиологии и экологии).

Проведенные в последние годы специальные исследования на реках Камчатки (Леман и др., 2005; Ермакова и др., 2005; Chalov, Esin, 2007) позволили адаптировать существующие типизации русловых процессов под задачи изучения структуры биотопов в пределах речной сети, районирования речных экосистем. Важнейшей задачей при этом становится поиск принципов выделения однородных участков рек.

Опыт изучения формирования речных сообществ показывает (Chalov, Esin, 2007), что для выявления пространственных особенностей их формирования требуется использование многофакторных классификаций русловых процессов. Наиболее полноценными и удобными к использованию следует признать подходы, представляющие собой иерархические системы блоков, в которых локальные особенности речных русел устанавливаются исходя из их общих географических фоновых закономерностей. В настоящей работе использованы гидролого-геоморфологические методы, разработанные в МГУ им. М.В. Ломоносова (География..., 2004), дополненные и адаптированные к рекам Дальнего Востока в работах ТИГ ДВО РАН (Карасев и др., 2000). Они позволяют выделить 5 уровней однородных участков в реках (тип реки, тип геолого-геоморфологических условий, тип русла, форма русла и форма руслового рельефа), обусловленных двумя уровнями фоновых условий (мегаформа рельефа и природно-территориальный комплекс) (рис. 1).

Фоновые условия развития русловых процессов

Физические, химические и биологические характеристики конкретной реки изначально формируются на уровне глобальных физико-географических условий. Они связаны с положением реки в пределах определенного климатического пояса и мегаформы рельефа (горного пояса или равнинной страны). Горные и равнинные территории, а также климатические зоны различаются по характеристикам формирования потоков вещества и энергии. Возникают различия типов рек (русловых процессов) и речных русл.

В масштабе речной сети формирование стока воды и наносов реки, являясь основным фактором развития русловых процессов, происходит в конкретных ландшафтно-геоморфологических условиях. Ландшафтные и геоморфологические признаки, существующие на фоне гидроклиматических условий, определяют процессы влагооборота и являются фоновыми условиями конкретных руслоформирующих факторов. Одновременно через специфику температурного режима рек, долю подземного питания, удаленность от истоков они прямо влияют на сообщества водных организмов. Таким образом, природно-территориальный комплекс (ПТК) как целостная природная система определяет формирование речных русл и речных сообществ.

В первом приближении характеристика ПТК конкретной территории может проводиться на основе выделения 3 топологических ландшафтов: стокоформирующих, транзитных и аккумулярующих (Карасев и др., 2000). Стокоформирующие ландшафты занимают верхнее положение в пределах речной сети, соответствуют горным хребтам и примыкают к водоразделам. Их отличает наибольшее количество атмосферных осадков, высокая естественная дренированность территории, хорошо развитая сеть постоянных низкопорядковых водотоков, высокие модули и коэффициенты стока, наибольшая степень почвенно-грунтового регулирования стока, малое время руслового и склонового добегания, распространенность трещинных подземных вод, которые обеспечивают меженный сток. Для транзитных ландшафтов характерны уплощенные водоразделы и относительно выположенные склоны. Наибольшая относительная пропускная способность русел рек, наименьшая длина элементарного водотока, самая высокая повторяемость поверхностного стокообразования определяют здесь условия формирования стока воды. Аккумулярующие ландшафты распространены в пределах низменностей, межгорных котловинах и в широких долинах рек. Им свойственно наименьшее количество осадков, слабая естественная дренированность территории, максимальная испаряемость и дефицит испарения. Одновременно здесь отмечается тенденция к заболачиванию территорий из-за очень большой неравномерности увлажнения при низких модулях и коэффициентах стока. В пределах горных поясов аккумулярующие ландшафты, как правило, соответствуют слабо выраженным долинам с очень широкими поймами, часто без определенного тальвега.



Рис. 1. Структурная классификация русловых процессов

Выделение типа рек по характеру русловых процессов (горный, полугорный, равнинный) определяется кинематикой потока (бурный, спокойный) и формой движения наносов (грядовое, безгрядовое). Граничным критерием разделения потоков по кинематике является безразмерное число Фруда:

$$Fr = \frac{V^2}{gh} . \quad (1)$$

При $Fr > 1$ поток отличается бурным течением (горные реки), при $Fr < 1$ – спокойным (равнинные реки). Между горными и равнинными реками существует промежуточный тип — русловые процессы на полугорных реках, — отличающийся переменным (по фазам водности потока) кинематическим режимом и режимом перемещения наносов. Каждый тип формируется в некотором диапазоне уклонов, крайние значения которых определяют критические условия, при которых происходит смена спокойного потока бурным (табл. 1). Поскольку бурным потокам и, соответственно, горным рекам свойственны очень большие диапазоны уклонов, то они различаются и по кинематике потока и по форме перемещения наносов. Это обуславливает разделение русел горных рек на три типа: порожисто-водопадные русла, русла с неразвитыми аллювиальными формами и русла с развитыми аллювиальными формами. Им характерны, соответственно, индивидуальное

Типы рек и речных русел

Таблица 1

**Типы рек (русловых процессов) и соответствующие им уклоны и размеры рек
(классификация МГУ) (География..., 2004)**

Тип рек	Уклоны водной поверхности (‰) на реках с площадью бассейна (км ²) (в числителе) и порядками рек (по схеме А. Шайдеггера) (в знаменателе)			
	>1000/>8,3	1000–100/9–3	10–100/5,6–2	<10/<2
Равнинные	<0,3–0,5	<0,5–7	<5–7	<10–15
Полугорные	0,2–7	0,5 – 7	5–10	10–20
<i>Горные</i>				
С развитыми аллювиальными формами (предгорный)	1,0–14	5–17	7–30	15–80
С неразвитыми аллювиальными формами (горно-предгорный)	2,0–20	7–40	18–70	25–125
Порожисто-водопадное (высокогорный)	>4	>20	>25	>40

перемещение глыбово-валунного материала, безгрядовое влечение галечно-валунных наносов, образование в руслах гряд-перекатов.

Тип рек по характеру русловых процессов объединяет все основные характеристики потока и русла и интегрально объединяет условия развития речных сообществ. За счет различий по кинетичности потока, наличия или отсутствия зон со спокойным течением реки разного типа пригодны для обитания разных видов организмов. Кроме того, важную роль играет их приуроченность к разным участкам речной сети. Горные реки обычно протекают в верхних звеньях речной сети, вниз по течению при выходе в область транзитных и аккумулярующих ландшафтов реки обычно имеют полугорный и равнинный тип русловых процессов. Следовательно, полугорные и равнинные реки определяют условия формирования сообществ рыб в начале их пресноводного периода жизни и являются зоной обитания всех входящих в данную речную сеть организмов. Горные реки для многих видов организмов оказываются за пределами зоны расселения.

Развитие русловых процессов происходит в различных геоморфологических условиях. Их основными типами являются широкопойменные русла, характеризующиеся свободными условиями развития русловых деформаций (формирующиеся среди легкоразмываемых пород), и врезанные русла, свойственные ограниченными условиями развития русловых деформаций (текущие среди трудноразмываемых пород). Для их разделения используется соотношение между шириной поймы (B_n) и шириной русла (B). Для широкопойменных русел $B_n > 2-3 B$. Этот тип условий развития русел соответствует отсутствию коренных берегов (ограничивающих факторов) и свободному развитию горизонтальных и вертикальных деформаций. Адаптированным руслам ($B < B_n < 2-3 B$) отвечают условия одностороннего ограничения русловых деформаций. Они наблюдаются в долинах рек с периодическим (по одному берегу) выходом потока к скальным массивам. Предельные условия развития русловых деформаций наблюдаются на участках врезанного русла. Для них характерно соотношение $B_n < B$.

Формой проявления русловых процессов является морфодинамический тип русла, которому свойственны определенный рисунок русла, структура потока, особенности транспорта наносов и т.п. Основой для выделения типов русла является их плановая форма. Поэтому основными типами русел являются относительно прямолинейные неразветвленные, меандрирующие и разветвленные на рукава русла. Все они имеют разновидности, связанные с частными особенностями формирования и развития.

Относительно прямолинейные неразветвленные русла отличаются прямой формой в плане и отсутствием островов, устойчиво изменяющих структуру потока. К ним относят

участки рек, в которых коэффициент извилистости (степень развитости излучины) $l/L < 1,15$. Меандрирующие русла отличаются по своим морфологическим и динамическим характеристикам. Выделяется несколько основных типов излучин (рис. 2): сегментные, петлеобразные, отличающиеся пережатием шпоры и тенденцией к прорыву за счет встречно-

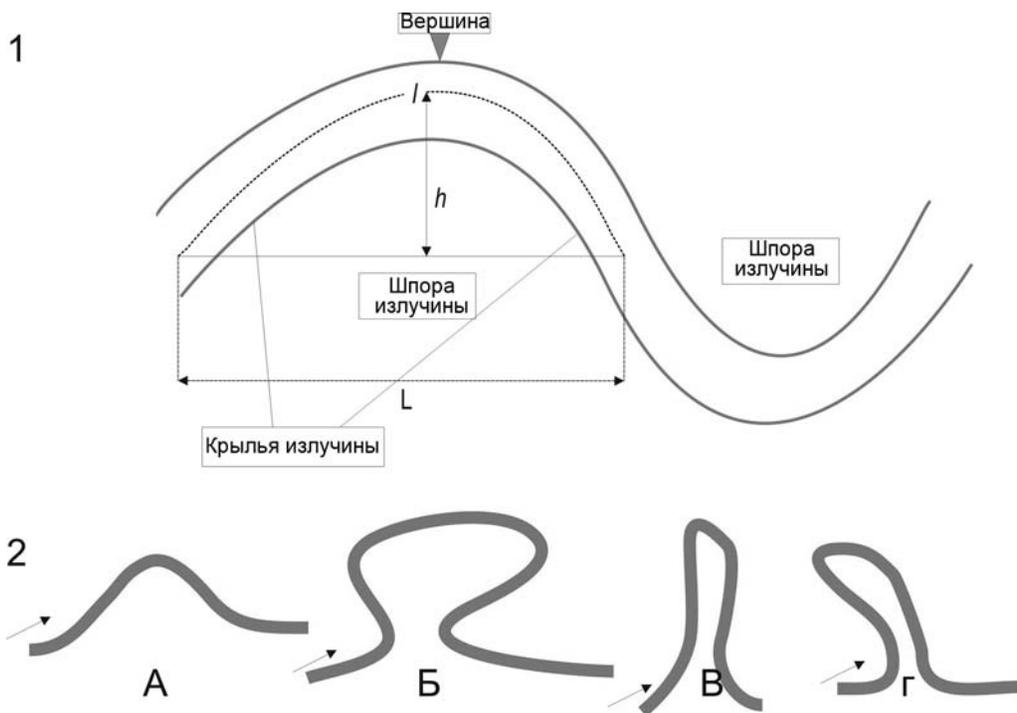


Рис. 2. Морфологические элементы излучины (1) и типы излучины (2). А – сегментная; Б – петлеобразная; В – синусоидальная; Г – заваленная

го размыва берегов на крыльях, синусоидальные, имеющие прямолинейные вставки, и заваленные, имеющие гипертрофированные формы за счет воздействия внешних факторов (рельеф и др.). Особой формой меандрирующего русла являются прорванные излучины, сформированные в результате прорыва шпоры меандры и, как правило, имеющие тенденцию к отмиранию старого русла. Разные типы излучин существенно различаются по гидравлике потока, наличию и расположению форм руслового рельефа, составу русловых отложений, поэтому отличаются по условиям обитания водных организмов.

Для объективной характеристики разветвленных русел используются такие параметры, как l – длина разветвлений, K_a – число рукавов в разветвлении, n_o – число островов. Критериями поперечного рассредоточения являются соотношения между шириной пояса руслоформирования B_p , шириной русла B и шириной долины B_d , а также степень разветвленности K_a/l . Общее

Таблица 2

Типы разветвлений и пространственно-временные масштабы их существования

Тип разветвлений	Характерная длина разветвлений	Поперечный размер разветвлений B_p/B
Точечные	Диаметр русловых отложений	1–2
Осередковые	Длина гряд	1–2
Русловые	Длина участка реки	1–3
Пойменные	Длина участка речной долины	>3–4

представление о типах разветвленных русел дает выделение четырех структурных уровней, соответствующих разным пространственно-временным масштабам их существования (табл. 2) (Чалов, 2007). Первичным элементарным проявлени-

ем разветвленности русла можно считать разбиение меженного потока крупными фракциями русловых отложений. Такой тип многорукавности называется точечным. Отношение ширины пояса руслоформирования к ширине русла V_p/B в этом случае стремится к 1. В масштабах сезонного снижения водности рек существует осередковая разветвленность, обусловленная обсыханием в межень крупных гряд и скоплениями обломочного материала. Условием превращения осередков в острова является их обсыхание и появление кустарниковой растительности, которая при последующем затоплении осередка создает дополнительные гидравлические сопротивления и способствует аккумуляции наносов. Формируются русловые разветвления и пойменные разветвления, отличающиеся по размеру островов относительно размера рукавов. На участках русловых разветвлений $1 \leq V_p/B \leq 3$. Пойменная разветвленность формируются в очень широких долинах и дельтах рек, для которых $V_p/B > 3$, и связана с разделением элементов речной долины – поймы. Структура пойменных разветвлений относительно проста в межень и многократно усложняется в период максимального стока. Многие пойменные рукава функционируют постоянно, независимо от сезонной изменчивости стока воды.

Морфодинамический тип русла определяет плановый рисунок и структуру речного потока. Каждый тип русла состоит из определенного набора элементов форм русла и руслового рельефа и, следовательно, характеризуется специфической скоростной структурой потока, глубиной русла, мощностью речного потока. Так, разветвленные русла отличаются максимальной относительной шириной русла B/h , где B – ширина русла, h – глубина русла, наибольшим разнообразием гидравлических условий. Эти факторы определяют разную роль типов русла в формировании речного сообщества и различия в численности и биомассе сообществ водных организмов при переходе от одного типа русла к другому даже в пределах относительно коротких участков рек.

Формы русла и руслового рельефа

Каждый морфодинамический тип русла, представляя собой завершенную гидрологическую систему с комплексом характерных абиотических характеристик, состоит из набора определенных однородных участков, называемых формами русла. К ним относятся излучины, острова и водотоки разветвлений и их трансформированные формы (старицы, отшнурованные протоки и т.д.). Формы русла часто образуют на участках некоторых морфодинамических типов русла сложную иерархию. Так, рукава пойменных разветвлений могут меандрировать или разделяться на отдельные протоки.

Каждая конкретная форма русла характеризуется определенными морфологическими параметрами. Чаще всего для характеристики излучин используются такие показатели, как шаг излучин L , длина излучины l , стрела прогиба h (рис. 2). Формы разветвленного русла дифференцируются в зависимости от размера рек. В протяженных пойменно-русловых разветвлениях средних и крупных рек Дальнего Востока, которые характерны преимущественно для аккумулярующих ландшафтов и полугорном типе русловых процессов и являются здесь основным типом русла, выделяются 3 типа рукавов. Это основные рукава, разделяющиеся между собой островами, покрытыми растительностью, ширина которых соизмерима с шириной самих рукавов или больше ее. В единой системе с рукавами существуют водотоки 2-го типа – протоки, разделяемые осередками или небольшими островами и, таким образом, являющиеся вторичными водотоками в рукавах. Третий тип водотоков, образующих отдельную обособленную русловую сеть, составляют небольшие водотоки со спокойным течением, частично пересыхающие в межень, расход воды в которых значительно меньше расходов в рукавах и протоках. Их малая водность и

низкая транспортирующая способность потока определяет формирование специфических русловых отложений, отличающихся высоким содержанием илистых фракций. За счет пересыхания в верхней части в межень сток этих небольших водотоков полностью связан с подземным питанием. В последнем случае они образуют такие важные биотопы, как лимнокрены и лососявые ключи (Леванидов, 1981), которые являются унаследованными формами русла. Аналогично часто существенную экологическую роль в речной экосистеме играют полностью отделенные в межень участки водотоков (старицы), в структурном отношении которые также следует рассматривать как производную форму русла.

Более низким пространственным уровнем однородных участков рек являются формы руслового рельефа. Они обусловлены либо грядовым движением наносов и имеют аккумулятивное происхождение, либо неровностями коренного ложа реки. В последнем случае они характеризуются скульптурным генезисом. Их распространение в руслах разного типа играет определяющую роль в формировании сообществ, так как именно здесь существуют гидродинамические условия, пригодные или не пригодные для существования тех или иных водных организмов. Универсальной аккумулятивной формой руслового рельефа является последовательность плес–перекат. Под плесами понимают глубоководные участки с замедленным течением, под перекатами – форму донного рельефа, сформированную отложениями наносов, обычно в виде широкой гряды, пересекающей русло под некоторым углом к общему направлению течения. Перекаты приурочены к определенным элементам форм русла. Например, они расположены в узлах деления потока на рукава, в вершинах излучин. При обсыхании в межень перекаты формируют побочни и осередки. К русловым формам скульптурного происхождения относятся пороги – участки реки с бурным течением и большим уклоном, водопады – участки падения воды в местах резкого изменения высоты ее дна с образованием почти отвесного уступа, эрозионные углубления в русле, часто расположенные ниже водопадов и порогов.

Продольный профиль рек, особенно горного и полугорного типа с галечно-валунными руслами, можно представить закономерной последовательностью плес–перекат (порогов–водопадов). Для характеристики морфологии форм руслового рельефа используется коэффициент развитости порогов SP .

$$SP = \frac{AB + BC + CD + DE + EF + FG}{AG}, \quad (2)$$

где $AB, BC \dots FG$ – ломаная линия, описывающая кривую дна русла, AG – прямая, соединяющая верхний и нижний участок дна. Он отличается на горных реках с разным типом русловых процессов (рис. 3). Коэффициент SP является важным параметром среды обитания. Он достаточно полно отражает величину и выраженность застойных зон, а также размеры самих порогов (перекатов) и, следовательно, служит критерием приспособленности участка для миграции или укрытия рыб.

При изучении конкретных локальных условий обитания водных организмов часто возникает необходимость более детального выделения элементов русла, соответствующих однородным зонам в поперечном профиле русла. Для грамотного описания важно четко определять их происхождение. Так, отмели, играющие важную роль в экологии рыб, являясь удобным местообитанием молоди, приурочены к грядовым формам движения наносов, тем самым они должны считаться их элементами (микроформами руслового рельефа). Аналогично глубокие заводи являются элементами плесовых участков.

Наоборот, зоны замедленного течения у берегов, или стрежневые зоны, следует считать более низким локальным пространственным масштабом, чем формы руслового рельефа или формы русла. Кроме того, следствием локальных деформаций, связанных с

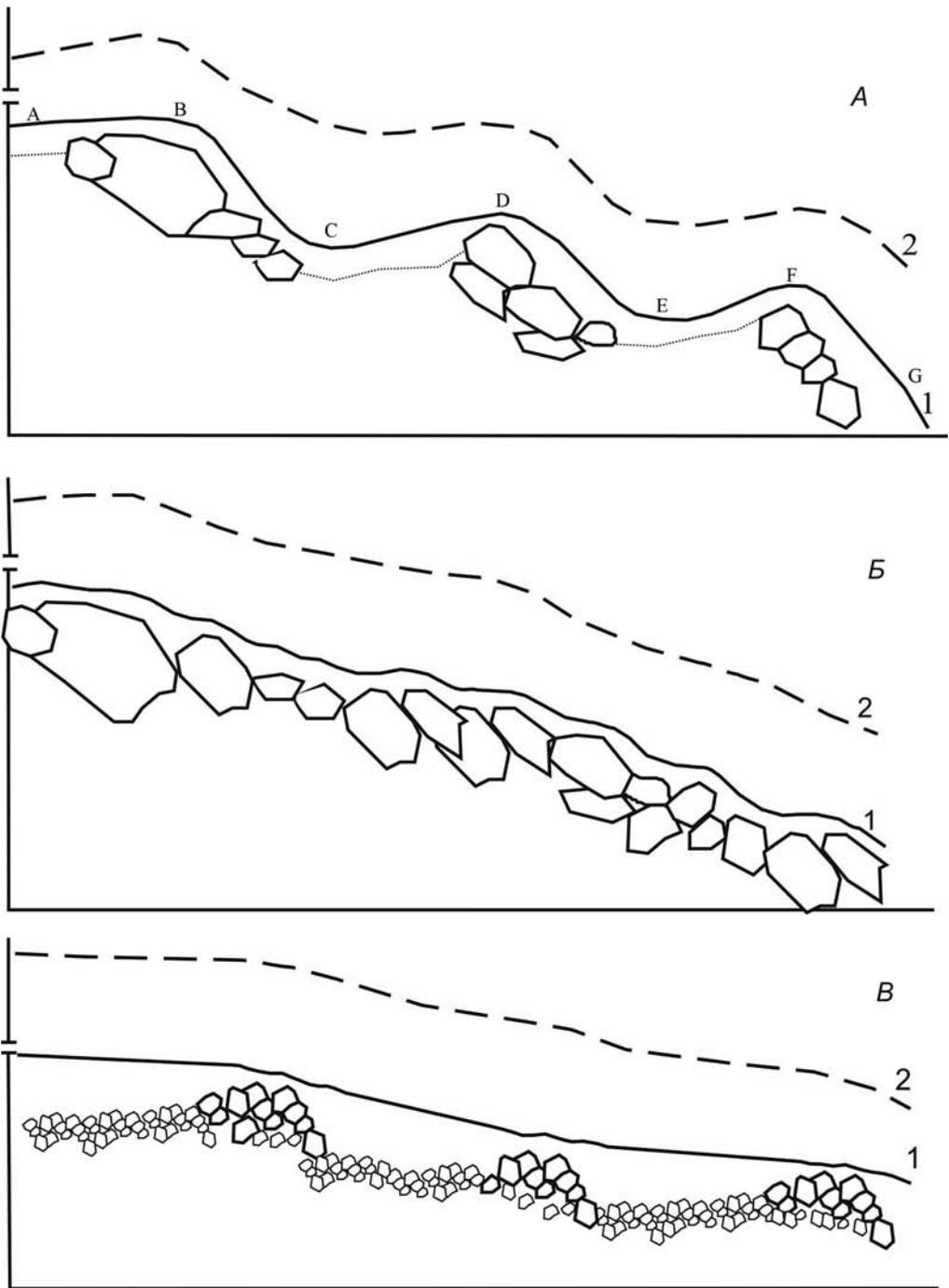


Рис. 3. Типичный продольный профиль горной реки с порожиисто-водопадным руслом (А), с неразвитыми (Б) и развитыми (В) аллювиальными формами. Профиль водной поверхности в межень (1) и в половодье (2), ABCDEFG – профиль дна русла для расчета показателя SP

местными условиями, часто являются некие образования, расположенные в русле реки, играющие важную роль в биотопической структуре речных сообществ. К ним, например, относятся заломы древесной растительности. Их характеристика требует отдельного описания.

Применение

Классификационные схемы русловых процессов стали использоваться при изучении условий формирования речных экосистем относительно недавно. Первые попытки сопоставления пространственных закономерностей формирования речных сообществ и типов речных русл были сделаны на примере малой реки Начилова (Западная Камчатка, басс. р. Быстрая) (Леман и др., 2005), позже – на других малых реках Камчатки (р. Ключевка, р. Красная (Китхажинец), р. Толмачева). Оказалось, что в пределах речной сети малых рек существует несколько обособленных группировок молоди лососевых рыб и бентоса, в пространственном отношении локализованных руслами разного морфодинамического типа. Основными чертами их распределения является относительно бедный видовой состав и биомасса в пределах участков горных рек (порожисто-водопадных и с неразвитыми аллювиальными формами). Этим рекам свойственны прямолинейные русла, развивающиеся в ограниченных геоморфологических условиях и, следовательно, отличающиеся наибольшей простотой структуры биотопов – скопления гидробионтов наблюдаются в редких убежищах с замедленным течением. Максимальные показатели численности и биомассы сообщества отмечаются в пределах горных рек с развитыми аллювиальными формами и полугорных рек, для которых характерно разветвленное русло. Они несколько снижаются к нижним звеньям речной сети, которые представлены равнинными меандрирующими реками. Рыбное население равнинных рек группируется в однотипные скопления на излуцинах. Структура населения крайне сложна, что связано с высокой степенью дифференциации биотопов в составе излучины.

В бассейнах рек более крупного размера разнообразие сообществ водных организмов связано с влиянием ряда более сложных факторов. Оно было изучено в период межени в бассейне крупнейшей реки Западной Камчатки – р. Быстрая (Ермакова и др., 2005). В бассейне р. Быстрая было выделено 9 морфодинамических типов русла, которым соответствовали 8 типов сообществ молоди рыб. В дальнейшем исследования на других реках Камчатки (притоках р. Камчатка, р. Озерная и др.) позволили сделать региональные выводы о пространственных закономерностях формирования сообществ (Chalov, Esin, 2007; Чалов, 2007). Существенные различия в структуре сообществ водных организмов в пределах речной сети прослеживаются между реками разного типа и связаны со спецификой морфологии русла и динамики потока, а также размером реки.

Существенную роль играет наличие в пределах речной сети разветвленных русл. Даже в пределах коротких участков переход от неразветвленного к разветвленному руслу вызывает существенное изменение свойств речных сообществ, соответствующее повышению численности рыб и беспозвоночных животных. В пределах пойменно-русловых разветвлений наблюдается максимальное разнообразие условий нереста лососей. Исследования автора на р. Ветвей в 2003–2007 гг. показали (рис. 4), что интенсивность нереста и площадь используемых нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* увеличивается на участках осередкового разветвления (II) и достигает максимума в пределах пойменно-русловой многорукавности (IV), что обуславливается наличием участков русла с медленным течением (плесовые ложины, подвалье переката) и с быстрым течением (гребень переката). Поэтому здесь наиболее благоприятны условия для размножения разных видов лососей, нуждающихся в специфических гидродинамических условиях нереста (Леман, 2003). Разнообразие элементов руслового рельефа значительно меньше в пределах участка меандрирующего (I) и прямолинейного (III) русла, что определяет снижение здесь показателей нереста. Именно поэтому нерестилища часто располагаются в небольших, часто отшнурованных, протоках, отличающихся высокой долей грунтового питания (лососевых ключах) (Леванидов, 1981).

Таким образом, использование методов и терминов, принятых в гидрологии рек, является важным условием изучения условий формирования речных экосистем. Типизация

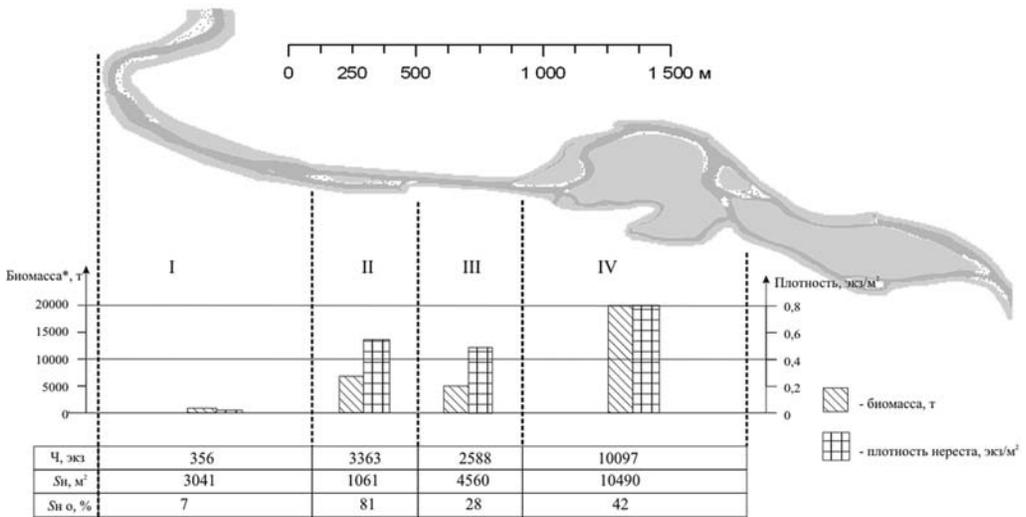


Рис. 4. Влияние морфодинамических типов русла на нерест тихоокеанских лососей в р. Ветвей. Ч – численность, экз; Sh – площадь нерестилищ; Sh o – относительная площадь нерестилищ, %; I, II, III, IV – морфодинамические типы русла (обозначения в тексте); * оценка ихтиомассы на нерестилищах произведена из расчета средней массы производителей $m = 2$ кг

водных объектов предполагает выделение однородных участков разного пространственного уровня при использовании строгих количественных критериев. Она позволяет четко охарактеризовать гидрологические и геоморфологические свойства речных русел и, соответственно, получить объективную информацию об абиотических свойствах среды обитания водных организмов.

Литература

- Алексеевский Н.И., Айбулатов Д.Н., Косицкий А.Г. 2004. Масштабные эффекты изменения стока в русловой сети территории // Динамика и взаимодействие атмосферы и гидросферы. М.: Городец. С. 345–412.
- География, общество и окружающая среда. 2004. Том 6. Динамика и взаимодействия атмосферы и гидросферы. М.: Городец. 592 с.
- Ермакова А.С., Есин В.В., Чалов С.Р. 2005. Разнообразие условий среды обитания и структуры сообществ молоди рыб в водотоках бассейна р. Большой. Предварительные результаты исследования // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VI науч. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 40–43.
- Карасев М.С., Гарцман Б.И., Тащи С.М. 2000. Пространственные закономерности руслового морфогенеза горных стран муссонной зоны // География и природные ресурсы. № 1. С. 105–116.
- Крохин Е.М., Крогиус Ф.В. 1937. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем // Изв. ТИНРО. Т. 9. 156 с.
- Леванидов В.Я. 1981. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 3–21.
- Леванидова И.М., Кохменко Л.В. 1970. Количественная характеристика бентоса текучих водоемов Камчатки // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский. С. 88–99.
- Леман В.Н. 2003. Экологическая и видовая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* на Камчатке // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 12–34.
- Леман В.Н., Есин В.В., Чалов С.Р., Чебанова В.В. 2005. Продольное зонирование малой лососевой реки по характеру русловых процессов, макрозообентосу и ихтиофауне (р. Начилова, Западная

- Камчатка) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 18–35.
- Маккавеев Н.И. 1955. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР. 343 с.
- Чалов С.Р. 2007. Гидрологические функции разветвлений русла: автореф. дис. канд. геогр. наук. М. 24 с.
- Chalov S.R., Esin E.V. 2007. Influence of the channel patterns types on the stream communities of the Kamchatka peninsula rivers // Proceedings of the tenth international symposium on river sedimentation. Vol. 5. Moscow. P. 31–37.
- Leopold L.B., Wolman M.G. 1957. River channel patterns – braided, meandering and straight // United states geological Survey Professional Paper. 282 B. P. 39–85.
- Rosgen D.L. 1994. A classification of natural rivers // Catena. Vol. 22. P. 169–199.
- Stanford J.A., Lorang M.S., Hauer F.R. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems // Limnol. Verh. Internat. Verein. N 29. P. 123–136.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell I.R., Cushing C.E. 1980. The river continuum concept // Can. J. Fish Aquat. Sci. Vol. 37, N1. P. 130–137.