

Научный
и общественно-политический
журнал Президиума ДВО РАН

ВЕСТНИК

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ОТДЕЛЕНИЯ

РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК

Журнал основан в 1932 г.

Издание прекращено в 1939 г.,

возобновлено в 1990 г.

3 (61). 1995

СОДЕРЖАНИЕ

К 70-летию ТИХООКЕАНСКОГО ИНСТИТУТА РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

В. П. ШУНТОВ. Экосистемные исследования биологических ресурсов дальневосточных морей	3
В. П. ШУНТОВ, А. И. ЧИГИРИНСКИЙ. Биология тихоокеанских лососей в исследованиях ТИНРО	14
Итоги и перспективы	
Б. И. ЛЕБЕДЁВ. Зачем в Дальневосточном отделении РАН 45 лет изучают паразитические организмы	23
Э. А. ЭНДАКОВА, Н. Н. МАЛАХОВА. Медицинская климатология на Дальнем Востоке	37
Проблемы и решения	
Г. А. ВАЛУЙ. Кавитация и ее проявление в процессе формирования гранитоидов	43
Научные обзоры	
В. В. БОГАТОВ. Комбинированная концепция функционирования речных экосистем	51
Сообщения	
А. Н. БЫСТРОВА, И. А. БЕЛЕНЕВА. Листерии и листериоз	62
В. А. СВЯТУХА, Г. Ш. ЦИЦИАШВИЛИ. Метод расслоения в задаче биоритмологии	66
Наука—производству	
А. А. ФАТКУЛИН. Развитие методики использования кинетической энергии взрыва на подземных рудниках	69
История. Философия	
Г. С. КАРЕТИНА. Неизвестный Чжан Сюэлян	74
Л. М. МЕДВЕДЕВА. Государственное регулирование экономики (к методологии исторического исследования)	84
Архивный документ	
Доклад В. К. Арсеньева Далькрайкому ВКП (б). Публикация Ю. Н. Осипова	94
Экспонат	
Д. Л. БРОДЯНСКИЙ, И. С. ЖУЩИХОВСКАЯ. Полиэikonическая фигурка из Киевки	105
Э. В. ШАВКУНОВ. Находка постаментка каменного фонаря вблизи Абрикосовской кумирни	109
Рецензии	
Д. Л. БРОДЯНСКИЙ. Информационный шум в красивой упаковке	112
Знакомьтесь: доктор (В. А. Дубко, Л. А. Маслов)	119
Хроника	126

**BULLETIN OF THE FAR EASTERN BRANCH,
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
№ 3, 1995**

CONTENTS

**TO 70-th ANNIVERSARY OF PACIFIC RESEARCH INSTITUTE OF FISHERY
AND OCEANOGRAPHY**

V.P.SHUNTOV. Ecosystem's Investigations of Biological Resources Conducted by TINRO in the Far Eastern Seas	3
V.P.SHUNTOV, A.I.CHIGIRINSKY. Biology of Pacific Salmon in TINRO's Research	14
Results and perspectives	
B.I.LEBEDEV. Why Parasites Are Being Studied for 45 Years in the Far Eastern Branch of RAS	23
E.A.ENDAKOVA, N.N.MALAKHOVA. Medical Climatology in the Far East.....	37
Problems and Solutions	
G.A.VALUY. Cavitation and its Manifestation in Forming Granitoids.....	43
Scientific reviews	
V.V.BOGATOV. Combined Conception of Functioning River Ecosystems	51
Reports	
A.N.BYSTROVA, I.A.BELENEVA. Listeria and Listeriosis.....	62
V.A.SVIATUKHA, G.Sh.TSITSIASHVILI. Layering Method in the Problem of Biorhythmology	66
Science to Production	
A.A.FATKULIN. Development of Technique of Using Explosion's Kinetic Energy in Underground Ore Mines	69
History. Philosophy	
G.S.KARETINA. Unknown Chang Hsueh-liang	74
LM.MEDVEDEVA. Regulating the Economy by the State (Methodological Problems of the Historical Research).....	84
Archival document	
V.K.Arsen'yev's Report to Dalkraykom VKP (b). <i>Published by Yu.N.Osipov</i>	94
Exhibit	
D.L.BRODYANSKY, I.S.ZHUSHCHIKHOVSKAYA. Anthropomorphic-Zoomorphic Figurine from Kievka	105
E.V.SHAVKUNOV. Finding the Stand of a Stone Lamp near by Abrikosovsky Temple	109
Reviews	
D.L.BRODYANSKY. Information Noise in a Beautiful Wrapper.....	112
Introducing Doctors of Science (V.A.Dubko, L.A.Maslov)	119
Chronicle Notes	126

Учредитель журнала – Дальневосточное отделение РАН

Главный редактор академик А.В.ЖИРМУНСКИЙ

Редакционная коллегия:

чл.-корр. РАН В.А.АКУЛИЧЕВ
д-р б.н. А.В.АНДРЕЕВ
д-р ф.-м.н. Л.Т.АЩЕПКОВ
д-р г.н. П.Я.БАКЛАНОВ
д-р ф.-м.н. В.И.БЕЛОКОНЬ
чл.-корр. РАН В.М.БУЗНИК
д-р г.-м.н. Б.И.ВАСИЛЬЕВ
д-р г.-м.н. И.Н.ГОВОРОВ
акад. И.П.ДРУЖИНИН
А.ДИОРДАНСКИЙ
д-р г.-м.н. Г.А.КАРПОВ
к.т.н. Л.В.КИСЕЛЕВ

д-р и.н. В.ЛЛАРИН
д-р б.н. Б.И.ЛЕБЕДЕВ
д-р э.н. П.А.МИНАКИР
акад. В.П.МЯСНИКОВ
чл.-корр. РАН И.Я.НЕКРАСОВ
к.ф.н. Г.Ф.НИЗЯЕВА
чл.-корр. РАН А.А.СИДОРОВ
акад. Г.В.СМИРНОВ
(зам. главного редактора)
д-р х.н. В.А.СТОНИК
д-р б.н. С.С.ХАРКЕВИЧ

В.В.БОГАТОВ

Комбинированная концепция функционирования речных экосистем

На примере речных экосистем Дальнего Востока России, расположенных в зоне муссонного климата, показано, что при часто повторяющихся экстремальных природных ситуациях (паводки, засуха, промерзание русла и т.д.) сохранение видового разнообразия лотических сообществ и их выживание определяется наличием в среде естественных рефугиумов. Они выполняют роль буферов, предохраняющих системы от разрушения. В любой речной системе рефугиумы расположены случайно, однако в результате взаимодействия приуроченных к рефугиумам сообществ гидробионтов может возникать внутренняя организация речной системы, проявляющаяся в образовании континуума. Показано, что имеющиеся на сегодняшний день концепции речного континуума и динамики пятен, по-разному объясняющие особенности функционирования речных экосистем, необходимо рассматривать как взаимодополняющие друг друга.

При обсуждении проблемы целостности речных систем введен биомный уровень организации живого. Отмечено, что в речном континууме существуют разные экосистемы, представляющие собой надэкосистемную форму организации природных комплексов — реобиом. Обсуждается важность периодического чередования межениных и паводковых периодов в поддержании благоприятной экологической обстановки в речных экосистемах зоны муссонного климата. Высказанные взгляды о целостности речных биомов определяют стратегию экологической оптимизации водохозяйственной деятельности человека, в основу которой должен быть положен принцип отсутствия серьезного нарушения структуры речной системы при максимальном использовании естественных процессов.

Combined Conception of Functioning River Ecosystems. V.V.BOGATOV (Institute of Biology and Pedology, FEBRAS. 159, Stoletiya Vladivostoka Av., Vladivostok, 690022).

On the example of river ecosystems of Russia's Far East, this paper shows that the conservation of the biodiversity of lotic communities and their survival under recurrent extreme natural events (floods and droughts, frozen river bed, etc.) depends on the availability of natural refuges in the environment. Refuges play the role of a buffer preserving ecosystems from destructions. They are unevenly distributed in a river ecosystem, however the organization of a river system inside can occur as a result of the interaction of hydrocoles' communities connected with the refuges. The organization consists in forming a continuum. Present river continuum and patch dynamics conceptions are shown to explain peculiarities of functioning river ecosystems in different ways. Therefore they are considered to be complementary to one another.

In viewing the problem of river ecosystems integrity, the biome level of living things organization has been added. Various ecosystems in a river continuum are defined as a superecosystem form of natural complexes' organization, which is called «reobiom». The fact that low flow periods alternate with flood ones is considered to be of great importance in the maintenance of favourable ecological situation in river ecosystems of monsoon zone. This consideration of the river biomes' integrity dictates the strategy of ecological optimization of human water-exploitation activity. This strategy should be based on the following strategy: no strong distruction of a river system structure with the maximal utilization of natural processes.

БОГАТОВ Виктор Всеволодович — доктор биологических наук (Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток).

Речные экосистемы относятся к числу наиболее динамичных, характеризующихся наиболее активным взаимодействием между организмами и средой их обитания. Изучение биологической организации таких систем тесно связано с разработкой концепции их функционирования. Существующие на сегодняшний день концепции речного континуума [26] и динамики пятен (ре-фугиумов) [23] противоречивы и основаны на разных представлениях о механизмах организации природных комплексов. В настоящей работе мы предлагаем комбинированную концепцию функционирования речных экосистем, объединяющую положения обеих вышеназванных подходов. Очевидно, что дискуссия в этом направлении имеет общебиологическое значение, поскольку затрагивает фундаментальные проблемы экологии, такие как целостность природных систем, выделение их пространственных границ, взаимосвязь потоков вещества, энергии и информации в экосистемах, роль случайных и экстремальных природных явлений, закономерности формирования континуума и др.

При обсуждении проблемы функционирования каких-либо экосистем в первую очередь появляется необходимость в уточнении понятий «экосистема» и «сообщество». Определим экосистему как динамичный в пространстве и во времени открытый природный комплекс, образованный популяциями организмов и средой их обитания и связанный устойчивыми потоками вещества, энергии и информации, обеспечивающими его целостность, структурно-функциональную упорядоченность и управление. Сообщество можно представить в виде комплекса совместно обитающих организмов, занимающих в пределах отдельных экосистем определенную площадь или объем. Таким образом, в отличие от экосистем, биотическая часть которых представлена системами популяций, существующих неограниченно долго, сообщества организмов могут быть, с одной стороны, временными (например, сообщество гидробионтов лужи), с другой — включать в себя отдельные возрастные, размерные, трофические, таксономические или выделенные по любому другому признаку совместно обитающие группы организмов.

Многие природные экосистемы, как правило, не имеют четких, фиксированных в пространстве границ [25], что исключает строгую количественную оценку происходящих в них процессов. Однако все экологические системы являются открытыми, и это дает нам возможность при количественной оценке, например, потоков энергии, задавать этим системам определенные пространственные границы, фиксируя тем самым вход в систему и выход из нее изучаемого потока. Таким образом, пространственные границы экосистем в каждом конкретном случае могут определяться задачей исследования. Фиксирование пространственных границ внутри некоторой целостности по сути лишь определяет степень открытости (зависимости от внешних факторов) выделяемых систем.

Проблема целостности речных природных комплексов

Целостность речных систем обычно рассматривают с точки зрения: 1) процессов, происходящих на всем водосборе [15], и 2) изменения биоты рек в речном континууме [26].

Если исходить из первой позиции, тогда каждый населенный гидробионтами водоток в пределах своего бассейна будет представлять собой экологическую систему. В этом случае положения общей теории систем позволяют любые локализованные в пределах отдельных речных бассейнов речные системы рассматривать, с одной стороны, как целостные экосистемы, с другой — как подсистемы или составные части экосистем более высокого ранга.

Важно, что с позиций целостности природной системы каждого речного бассейна все крупные реки мира вместе с притоками и пойменными озерами также необходимо рассматривать в качестве гигантских водных «экосистем». Но, хотя целостность и структурно-функциональная упорядоченность таких систем по отношению к их биоте наглядно может проявляться только при функционировании высших уровней трофической цепи (рыбы, некоторые ракообразные и пр.), представители которых обладают способностью к активным крупномасштабным миграциям, широко мигрирующие виды гидробионтов, тем не менее, не могут определять основные связи в пределах всего пространства миграций, даже при большой роли в биотическом круговороте на отдельных участках этого пространства. Основные потоки вещества, энергии и информации в экосистемах осуществляются на низших уровнях трофических цепей. Следовательно, на реальный экосистемный уровень организации живого мы выходим при условии, когда целостность и структурно-функциональная упорядоченность биологической системы определяется популяциями продуцентов и первичных консументов (водоросли, беспозвоночные животные и др.). Когда же целостность природных систем определяют широко мигрирующие виды, то в этом случае лучше говорить о надэкосистемном уровне организации живого, например, биомном.

Таким образом, при побассейновом принципе выделения экологических систем мы будем выходить на экосистемный уровень изучения речных природных комплексов при уменьшении пространственных масштабов (порядка) речных бассейнов, когда все большую роль в обеспечении целостности биоты приобретают продуценты и первичные консументы. Устойчивая пространственная взаимосвязь между такими организмами в реках может осуществляться через активный или пассивный дрейф гидробионтов вниз по течению, полет имаго водных насекомых к верхним или нижним участкам рек, миграции некоторых видов беспозвоночных животных против течения, снос потоком воды аллохтонного и автохтонного органического вещества, другие формы связи.

Важно, что при уменьшении порядка водотока одновременно будет уменьшаться и роль представителей высших звеньев трофической цепи (например, некоторых рыб) в поддержании целостности сообщества. Более того, по отношению к кренали или верхним участкам ритрала (водотоки 1—2-го и, возможно, 3-го порядков) такие гидробионты могут рассматриваться в качестве одного из внешних факторов воздействия (критерии деления реки на зоны кренали, ритрала и потамали см. в работах: [8, 16 и др.]). Имеются сведения, что рыбы и другие водные позвоночные на верхних участках рек не оказывают значительного влияния на структуру бентосных сообществ [20, 24]. По-видимому, воздействие на экосистему верховий рек многих видов рыб в период их нагула можно сопоставить с воздействием околородных наземных животных, питающихся гидробионтами (выдра, некоторые птицы и др.).

Очевидно, что при выделении речных экосистем побассейновый принцип может быть применим только на водотоках низкого порядка — ручьях и относительно небольших реках. В пределах же более крупных бассейнов, когда река протекает через разные физико-географические и климатические зоны, наиболее приемлем другой подход, при котором целостность любой реки определяется через континуум населяющих ее сообществ организмов [26]. Однако и в этом случае мы вновь можем столкнуться с проблемой пространственного вычленения речных экосистем. При этом границы между ними могут быть настолько «размыты», что любые попытки их строгого выделения часто становятся бессмысленными. Но так как реальное существование в крупной реке раз-

ных экосистем не вызывает сомнения, то в данном случае необходимо говорить об особой надэкосистемной форме организации природных комплексов — континууме речных экосистем, или «реобиоме» (от греч. *rhēos* — течение, *bios* — жизнь и лат. окончания *-oma*, обозначающего совокупность). Следовательно, реобиом будет представлять собой совокупность речных экосистем в речном континууме.

Отличительная особенность функционирования экосистем в реобиоме определяется тем, что отдельные сообщества бентосных организмов при установившемся гидрологическом режиме потока наиболее активно взаимодействуют только с ближайшими, территориально примыкающими к ним сообществами гидробионтов на участке, примерно равном длине «пробега» органического вещества sestона (например, экзувиев личинок насекомых) или дистанции активного дрейфа донных беспозвоночных. Как было показано ранее [2], эти расстояния в верховьях рек на участках кренали и ритрали в отсутствие паводков составляют несколько десятков или сотен метров и увеличиваются с нарастанием мощности потока. Таким образом, конкретные обитатели рек на каждом участке водотока сосуществуют достаточно автономно, что при практических исследованиях позволяет относительно произвольно определять пространственные границы изучаемых экосистем.

Отсюда следует и другой важный вывод, что речные экологические системы обнаруживают такую структуру связей, которая приводит к существованию подсистем, сильно связанных внутри себя, но незначительно взаимодействующих между собой. Такие структуры имеют высокую способность к выживанию, т.е. ликвидация одной подсистемы не обязательно разрушает всю систему [21]. Очевидно, наличие минимальных связей между подсистемами позволяет отдельным из них продолжать самостоятельно поддерживать свою активность даже при крупных нарушениях в соседних и, следовательно, переживать период, достаточный для самовосстановления утраченных частей системы.

Необходимо отметить, что в реобиоме происходит как смена видового состава сообществ, так и изменение структуры взаимосвязей между основными гидробионтами: на верхних горных и предгорных участках рек основные взаимосвязи осуществляются в бентосных сообществах организмов, а на средних и нижних равнинных участках — в бентосных и планктонных. Важно, что в реке, в отличие от стоячих водоемов, бентосные и планктонные сообщества существуют в принципиально разных пространственно-временных условиях. Если местообитание популяций организмов, составляющих бентос, приурочено к определенным участкам рек, а время их развития неограничено, то сообщества планктонных организмов, поступающих в реки в основном из пойменных водоемов, обитают в перемещающейся водной массе и время их развития ограничено сроком добегающей водной массы до устья. Таким образом, планктонные сообщества в реке большей частью являются временными, а составляющие их организмы в строгом смысле не могут считаться принадлежащими к какой-либо популяции (существование которых, по определению, неограниченно долгое).

Тем не менее на равнинных участках крупных рек планктонные временные сообщества играют очень важную роль, так как через них, особенно в летнюю межень, проходят основные потоки энергии. Следовательно, сообщества гидробионтов потамали и проточных пойменных озер — единая природная система, а саму потамаль необходимо рассматривать как ее подсистему. Пример единой природной системы представляют обширные участки Нижнего Амура и его пойменные озера. Если же появляется необходимость выделить потамаль в качестве самостоятельной системы (без озер), то следует учесть, что она будет

крайне открыта и зависима от планктона сообществ пойменных водоемов. Однако эти последние менее зависимы от сообществ потамали и вполне могут рассматриваться не только в качестве составных частей природных систем равнинных участков рек, но и как самостоятельные экосистемы.

Из изложенного видно, что экосистемы речных пойменных водоемов непосредственно участвуют в формировании структурно-функциональных характеристик реобиомов. Понятно, что свой вклад в формирование речного континуума вносят и реобиомы притоков. Таким образом, совокупность водных экосистем всего речного бассейна или его отдельных участков можно представить в виде гидробиома, целостность которого проявляется как при формировании континуума речных экосистем, так и при функционировании популяций широко мигрирующих видов животных. Очевидно, что при выделении таких гидробиомов мы можем вновь возвратиться к побассейновому принципу, который в данном случае вполне применим.

Речной континуум

В реобиоме по мере продвижения водной массы от истоков к устью реки происходят закономерные изменения качества среды обитания гидробионтов как за счет абиотических факторов, так и жизнедеятельности речных организмов. Такие изменения, в свою очередь, отражаются и на структурно-функциональных особенностях сменяющих друг друга сообществ и экосистем. При этом любое речное сообщество в большей степени зависит от вышележащего по течению, чем от нижележащего. В наиболее схематичном виде такие изменения обобщены в концепции речного континуума [26] — одной из первых, рассматривающих речную систему как некую целостность.

Изложим саму концепцию. В верховьях рек, водосборы которых покрыты лесом, речное сообщество затенено пологом деревьев и получает мало света. Консументы зависят, в основном, от листового опада и другого аллохтонного органического вещества, и здесь фауна реки представлена, главным образом, первичными консументами, относящимися к «механическим разрушителям». Отношение продукции (P) к дыханию (R) системы значительно меньше 1, что указывает на ее гетеротрофность. Ближе к ритрالي (среднее течение) река становится шире, изменяется ее температурный режим, сообщество организмов не затенено и меньше зависит от аллохтонной органики. Первичную продукцию на этих участках обеспечивают водоросли и водные макрофиты. В потоке преобладает тонко измельченное органическое вещество, а в сообществе консументов — фильтраторы, собиратели и хищники. Индекс разнообразия на таких участках максимален. Считается, что система здесь автотрофна, отношение P/R обычно выше 1 (см. рисунок). На равнинных участках рек течение замедляется, вода становится мутной, что затрудняет фотосинтез. На большинстве трофических уровней видовое разнообразие снижается и сообщество вновь становится гетеротрофным.

Следует указать, что, исследуя закономерности изменения видового богатства гидробионтов в типичных водотоках Средней Европы, Б.Штатцнер [22] отмечает заметное его повышение на участке перехода крени в ритраль и участках появления излучин и пойменных водоемов. Такие резкие изменения видового богатства Б.Штатцнер связывал, в основном, с сильным перепадом гидравлического давления, обусловленного изменениями расхода воды и градиента уклона в переходных зонах речной системы. Однако концепцией речного континуума не отрицается возможность подобных скачков видового раз-



Речной континуум. Изменение метаболизма сообщества, его разнообразия и относительного размера частиц органического вещества (от ручьев в верховьях до крупных рек)

нообразия на отдельных участках русла, например в местах впадения крупных притоков и пр. [18]. Таким образом, выявленные Б.Штатцнером закономерности, по-видимому, имеют более частный характер.

Проведенные в Биолого-почвенном институте ДВО РАН исследования показали, что основные черты речного континуума оказались свойственны и расположенным в зоне муссонного климата рекам Дальнего Востока России [3, 4, 9, 10 и др.]. Как и в других речных бассейнах мира, водосбор которых покрыт лесом, в их верховьях значительную долю в биотическом балансе гидробионтов составляет аллохтонное органическое вещество в виде листового опада и другого детрита. По мере удаления от истока реки все большее значение в потоках энергии биологических сообществ приобретает автохтонная органика (главным образом, водоросли или мхи) и сносимое потоком измельченное органическое вещество. Соответственно изменяется трофическая структура бентосных животных в сторону уменьшения доли «разрушителей» при одновременном увеличении доли «собирателей» и «фильтраторов». Ближе к равнинным участкам рек все большее значение в экосистеме приобретают планктонные сообщества.

Наши исследования выявили высокую автономность сообществ гидробионтов на каждом участке потока [2]. Например, было показано, что увеличение доли фильтраторов в метаритрали связано не с функционированием «разрушителей» в кренали и эпиритрали, что следует из концепции речного континуума [12], а является результатом функционирования самого сообщества метаритрали на вышележащем участке, примерно равном длине «пробега» органического вещества сестона [2]. Как было указано выше, длина такого пробега при стабильных гидрологических условиях составляет десятки или сотни метров, тогда как расстояние до кренали и эпиритрали может измеряться километрами или десятками километров. Непосредственно в зоне кренали и эпиритрали в результате функционирования «разрушителей» листового опада в межень может происходить временное «заиливание» биотопов различными органическими фракциями (главным образом, фрагментами листьев и фекалиями «разрушителей»), что негативно сказывается на местообитании самого сообщества «разрушителей». Однако после первых же паводков качество биотопов в верховьях

рек восстанавливается, а скопившийся «ил» транзитом через ритраль выносятся в зону потамали.

В концепции речного континуума утверждается, что в верховьях и в нижнем равнинном течении реки отношение P/R должно быть <1 , а в среднем течении, где видовое разнообразие наиболее высокое, ≥ 1 (см. рисунок). В отличие от этого в реках России, в том числе и в бассейне Амура, значения P/R , близкие к 1, наиболее часто отмечались не в среднем, а в нижнем течении в межень [11]. На средних участках рек в этот период значения P/R иногда могли быть более высокими из-за аномального развития водорослевых обрастаний камней. Однако при этом резко снижалось разнообразие и упрощалась структура сообществ бентосных животных, а иногда отмечалась массовая гибель личинок и мальков рыб. Обычно в период открытой воды на всех, в том числе и на средних, участках русла дальневосточных рек отношение P/R оказалось значительно меньше 1 [4, 5], что указывает на гетеротрофный тип метаболизма сообщества.

Речные системы зоны муссонного климата

Известно, что по сравнению с гидробиомами других крупных речных бассейнов России, например Волги, Оби, Енисея, Лены и др., гидробиомы Амура и рек Приморского края отличаются большим видовым богатством и количественным развитием зообентоса и рыб [1, 6]. Парадокс заключается в том, что бассейн Амура и реки Приморья расположены в зоне муссонного климата, поэтому их экосистемы постоянно подвергаются воздействию больших и катастрофических паводков. Оказалось, что при незначительных паводках сообщества бентосных животных имеют возможность поддерживать определенный уровень своего дрефта и, таким образом, сохранять свою структуру [2]. Однако в период больших паводков величина дрефта беспозвоночных может резко превышать величину продукции их популяций, в результате чего биомасса организмов на грунте заметно снижается.

Таким образом, на экосистемном уровне в паводки в сообществах речных гидробионтов наблюдается особая форма отчуждения продукции, так называемый «отрицательный дрефт» организмов, при котором величина дрефта беспозвоночных превышает их продукцию [2]. Аккумулированные в биомассе снесенных гидробионтов вещество и энергия в условиях крупных паводков покидают пределы экосистем. Поэтому значительную величину биомассы сносимых в периоды паводков организмов можно рассматривать как некую плату речных сообществ за существование в условиях муссонного климата.

Степень упорядоченности сообществ в целом, с позиций термодинамики, поддерживается за счет дыхания всего сообщества, то есть за счет рассеивания недоступной для использования тепловой энергии в пространстве [10]. На примере сообществ бентосных животных А.Ф.Алимовым [14] было показано, что с увеличением их сложности отношение продукции сообщества (P') к суммарным тратам энергии на обмен всеми животными, входящими в его состав (R'), закономерно уменьшается, т.е. отношение P'/R' представляет собой некоторую степень упорядоченности сообществ (Y'). Для речных сообществ и экосистем, из которых в паводки за счет отрицательного дрефта происходит безвозвратное удаление значительной части продукции гидробионтов, показатель Y' можно представить в виде:

$$Y' = (P' - B') / (R' + B'),$$

где B' — биомасса снесенных паводками организмов. Изложенное позволяет допустить, что большое видовое богатство бентосных животных в реках юга Дальнего Востока России, а следовательно, и относительно более сложная структура их сообществ поддерживается не только за счет дыхания организмов, но и за счет особой формы отчуждения продукции — отрицательного дрефта гидробионтов. Этот вывод косвенно подтверждается многократно наблюдаемыми случаями интенсивной евтрофикации в экосистемах Амура и рек Приморья при длительных меженных периодах, что приводит к упрощению структуры сообществ и увеличению степени доминирования отдельных видов.

Периодические экстремальные природные явления, наблюдаемые в дальневосточных реках (паводки, обсыхание русла в периоды засухи или его промерзание зимой), играют важную роль в функционировании реофильных сообществ. Эти так называемые временные факторы могут существенно влиять на структурно-функциональные характеристики природных сообществ в целом [19]. К сожалению, во многих работах, посвященных особенностям функционирования речных экосистем, временные экстремальные природные явления рассматриваются либо как возмущающий фактор, наносящий некий урон системе и ограничивающий ее разнообразие, либо не учитываются вовсе, как, например, при обосновании концепции речного континуума [26]. Лишь в последние годы в литературе стали высказывать идеи, что физические нарушения, вызванные, например, паводками, на системном уровне не являются стрессом для сообществ речных организмов [17, 18].

Оценивая роль паводков с позиций поддержания определенной степени упорядоченности речных экосистем зоны муссонного климата, мы можем заключить, что воздействия, вызванные паводками, не только не вызывают стресса в биологических сообществах, но и являются необходимым условием их существования. В то же время паводки являются важным фактором, определяющим существование и пойменных лесов. Однако следует подчеркнуть, что общая благоприятная экологическая обстановка в реках зоны муссонного климата складывается не столько в связи с непосредственным воздействием паводков, сколько из-за периодического чередования меженных и паводковых периодов. Действительно, с одной стороны, в межень некоторые группы гидробионтов могут достигать высокого количественного развития, однако в этот же период происходит «заиливание» отдельных мест их обитания и могут развиваться процессы евтрофикации. С другой стороны, в паводок происходит промывка русла рек от накопившегося «ила», листового опада и другой органики, а также отрицательный или экстремальный дрефт гидробионтов, в результате которого снижается плотность и степень доминирования отдельных видов.

Концепция динамики пятен и ее синтез с концепцией речного континуума

При функционировании любой речной экосистемы, особенно в условиях постоянного воздействия экстремальных физических факторов, важную роль в поддержании ее биологического разнообразия играет, в соответствии с концепцией динамики пятен [23], система естественных рефугиумов. В различных реках ими могут служить: в периоды паводков — расщелины в скалах или относительно затишные участки русла, в периоды засухи — подрусловой

поток или глубокие проточные ямы. Для многих рыб, обитающих в верховьях рек или в пойменных озерах, естественным убежищем в периоды их зимовки служат глубоководные участки основного русла. Интересно отметить, что в периоды паводков одним из основных мест воспроизводства многих реофильных организмов и переживания ими неблагоприятных условий могут служить временные водоемы (дождевые лужи), а также небольшие притоки основного русла реки.

В период экстремальных воздействий наблюдаются скопления речных организмов в рефугиумах. В одних случаях образование таких скоплений носит случайный характер, в других — происходит при регулирующей роли информационных потоков. Очевидно, что в речной среде при возникновении экстремальных природных факторов образуется множество сигналов «тревоги». При этом всякая биологическая система способна абстрагироваться от всей совокупности сигналов путем выбора некоторых из них [13], в связи с чем такие сигналы могут «включать» адаптационные механизмы управления популяциями, в первую очередь поведенческие. Такие поведенческие механизмы у многих популяций речных гидробионтов играют особую роль в их выживании, поскольку воздействие экстремальных факторов среды на речные системы происходит сравнительно часто и распределено во времени в основном случайным образом. В качестве одних из наиболее показательных примеров подобного адаптивного поведения реофильных гидробионтов могут служить зарегистрированные нами случаи массовой миграции личинок ручейников, амфипод и планарий из небольшого проточного залива р.Кедровой (южное Приморье) за несколько часов до его пересыхания или заблаговременный уход бентосных животных из прибрежной зоны рек при спаде уровня воды [2].

В соответствии с концепцией К.Таунсенда [23] считается, что поскольку «рефугиумы-пятна» расположены в пределах водотока случайным образом, то и видовой состав речных гидробионтов формируется случайно. Следует согласиться, что такие «пятна» играют существенную роль в формировании видового разнообразия экосистем конкретных рек, во многом обеспечивая их уникальность. Важна их роль также в сохранении биологического разнообразия речных систем в периоды экстремальных воздействий. Однако после экстремальных воздействий в речных экосистемах при стабилизации природных условий довольно быстро начинают идти процессы восстановления континуума. Например, в верховьях Второй Речки (Владивосток) после почти трех месяцев засухи 1991 г. (август—октябрь) все участки сухого русла (до 200 м длиной) уже в первые сутки после восстановления потока были равномерно заселены доминирующими в этот период амфиподами и планариями, поступившими сюда из проточных ям. Через несколько суток восстановленные участки были заселены и личинками ручейников, основным рефугиумом для которых служил небольшой ключ [2].

В любом реобиоме рефугиумы расположены случайным образом. Однако в большинстве речных систем по мере продвижения от истоков к ритралу количество и разнообразие таких рефугиумов закономерно увеличивается, и, таким образом, увеличивается вероятность появления новых групп гидробионтов. Например, наличие в верховьях горных и предгорных рек Дальнего Востока непромерзающих зимой и непересыхающих летом биотопов может обеспечивать здесь неограниченно долгое существование популяций высших раков, жемчужниц, юг и других животных.

Вероятно, отмечаемая в концепции речного континуума более высокая степень видового разнообразия в ритрале во многом обеспечивается наличием

здесь более многочисленных рефугиумов по сравнению, например, с зоной крениали. Аналогичным образом указанное в работе Б.Штатцнера [22] увеличение видового богатства в зонах «гидравлического стресса» также в какой-то степени может быть связано с появлением качественно новых рефугиумов. Очевидно, что биотопы—рефугиумы содействуют функционированию речной системы, частью которой они являются. И хотя их расположение определяется случайными факторами, в результате взаимодействия приуроченных к таким рефугиумам сообществ гидробионтов может возникать внутренняя организация речной системы, проявляющаяся в образовании континуума.

Таким образом, имеющиеся на сегодняшний день концепции речного континуума и динамики пятен, объясняющие с разных позиций особенности функционирования речных экосистем, мы можем рассматривать как взаимодополняющие друг друга. Это позволяет более полно и реалистично оценивать состояние речных природных комплексов и создает предпосылки для более точного прогнозирования изменений, в том числе в результате антропогенных воздействий.

Заключение

Идея цельности гидробиомов отдельных речных бассейнов, а также высказанные в данной статье взгляды на особенности их функционирования дают возможность определить стратегию, направленную на экологическую оптимизацию водохозяйственной деятельности человека. В основу такой стратегии должен быть положен принцип отсутствия серьезного нарушения структуры речной системы при максимальном использовании естественных процессов. В случаях глубокой перестройки речных биомов и составляющих их экосистем следует ожидать возникновения новых, более острых экологических проблем, способных резко снизить эффективность рыбного и водного хозяйства. Особенно заметная деградация будет происходить на реках в зоне муссонного климата, так как эти системы исторически адаптированы к периодическому чередованию сильных паводков и засухи. Например, реализация активно разрабатываемых в настоящее время планов создания на одной из крупнейших рек России — Амуре и его крупных притоках каскада водохранилищ и зарегулирования крупных пойменных озер несомненно нарушит целостность этого гигантского гидробиома, усилит процессы евтрофикации водотоков, вызовет ускоренную евтрофикацию пойменных озер и в конечном итоге приведет к деградации одного из уникальных речных бассейнов мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948—1949. Ч.1. 1948. 466 с.; Ч.2. 1949. С.467—926; Ч.3. 1949. С.927—1382.
2. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 210 с.
3. Вишкова Т.С. Продольное распределение зообентоса ритрали реки Комаровка (Южное Приморье) // Фауна, систематика и биология пресноводных беспозвоночных. Владивосток: ДВО РАН, 1988. С.76—85.
4. Лебедев Ю.М. Первичная продуктивность и некоторые закономерности трансформации органического вещества в водотоках и водоемах бассейна Амура // XIV Тихоокеан. науч. конгр. Хабаровск, авг. 1979. Комитет Ю. Науки о пресной воде. М., 1979. С.16—17.
5. Лебедев Ю.М. Биотический баланс водотоков // IV съезд всесоюз. гидробиол. о-ва. Мурманск, 8—11 окт. 1991: Тез. докл. Мурманск: Полярная правда, 1991. Т.2. С.187—188.
6. Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. 1969. Т.67. С.3—243.

7. Леванидова И.М. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография *Ephemeroptera*, *Plecoptera* и *Trichoptera*. Л.: Наука, 1982. 215 с.
8. Леванидова И.М. Горная река Сихотэ-Алиня в свете концепции речного континуума // V съезд всесоюз. гидробиол. о-ва: Тез. докл. Тольятти, 1986. Ч.2. С.262—264.
9. Леванидова И.М., Лукьянченко Т.И., Тесленко В.А. и др. Экологические исследования лососевых рек Дальнего Востока СССР // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С.74—111.
10. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
11. Сиротский С.Е. Первичная продукция и деструкция органического вещества бассейна Нижнего Амура: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1991. 26 с.
12. Цимдинь П.А., Лиена Р.А. Концепция речного континуума. Применение на практике. // Изв. АН ЛатвССР. 1989. № 5. С.60—69.
13. Эшби У.Р. Конструкция мозга. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. 400 с.
14. Alimov A.F. Structural and functional characteristics of aquatic animal communities // Int. Rev. ges. Hydrobiol. 1991. V.76, № 2. P.169—182.
15. Davies B.R., Walker K.F. River systems as ecological units. An introduction to the ecology of river systems // The ecology of river systems. Dordrecht etc., 1986. P.1—8.
16. Illies J., Botosaneanu L. Problemes et methodes de la classification et de la zonation ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue faunistique // Mitt. Internat. Verein. Limnol. 1963. № 12. S.1—57.
17. Minshall G.W. Stream ecosystem theory: a global perspective // J. N. Am. Benthol. Soc. 1988. V.7, № 4. P.263—288.
18. Minshall G.W., Cummins K.W., Petersen R.C., et al. Developments in stream ecosystem theory // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 1985. V.42, № 5. P.1045—1055.
19. Odum E.P. Trends expected in stressed ecosystems // Biosci. 1985. V.35, № 7. P.419—422.
20. Reice S.R., Edwards R.L. The effect of vertebrate predation on lotic macroinvertebrate communities in Quebec, Canada // Can. J. Zool. 1986. V.64, № 9. P.1930—1936.
21. Simon H.A. The architecture of complexity // Proc. Am. Philos. Soc. 1962. V.106. P.467—482.
22. Stutzner B. Characteristics of lotic ecosystems and cosequences for future research direction // Ecol. Stud. 1987. V.61. P.365—390.
23. Townsend C.R. The patch dynamics concept of stream community ecology // J. N. Am. Benthol. Soc. 1989. V.8, № 1. P.36—50.
24. Townsend C.R., Hildrew A.G., Schofield K. Persistence of stream invertebrate communities in relation to environmental variability // J. Anim. Ecol. 1987. V.56, № 2. P.597—613.
25. Underwood A.J. What is a community? // Patterns and Process. Hist. Life: Rep. Dahlem Workshop. Berlin etc., 1986. P.351—367.
26. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., et al. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V.37, № 1. P.130—137.

КНИГИ

В издательстве «Дальнаука» вышел из печати библиографический указатель «60 лет академической науке на Дальнем Востоке 1932—1991 гг.». Владивосток, 1993. Ч.1. 218 с.

Содержит более 3000 названий книг, периодических и продолжающихся изданий, опубликованных ДВО РАН и его научными учреждениями за 1932—1991 гг. Из-за большого объема указателя в него не включены депонированные научные работы, препринты и авторефераты диссертаций.