

АНТРОПОГЕННАЯ трансформация ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ

ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Впервые проведена оценка возможной антропогенной трансформации состояния речных экосистем Дальнего Востока с учетом региональных особенностей компонентного состава водной среды и структурной организации гидробиоценоза.

Прослежены тенденции изменения уровней развития сообществ водных организмов при разной степени загрязненности водной среды рек. Выявлено проявление эвтрофирующего эффекта антропогенного воздействия на речные экосистемы и процессов экологического регресса сообществ.



Введение

Экосистемы Дальнего Востока России изучены неравномерно и недостаточно, особенно изменчивость их экологического состояния в результате длительного антропогенного воздействия. Стабильность природных комплексов региона снижается по ряду причин [1]:

- ◆ несбалансированность природопользования (нарушение соответствия развития и размещения материального производства, неравномерность распределения населения и экологической емкости территории);

- ◆ значительно меньшая относительно западных районов России устойчивость дальневосточных экосистем с общей тенденцией ее увеличения с юга на север;

- ◆ низкая способность дальневосточных рек к самоочищению из-за особенностей гидрологического режима, дефицита кислорода и малой их протяженности.

Основными проявлениями негативного антропогенного воздействия являются:

- ◆ химическое загрязнение подземных и поверхностных вод широким спектром органических и неорганических соединений, загрязнение вследствие сбросов и выбросов, смыва с поверхности водосборов

А.М. Никаноров*,
член-корреспондент
РАН, доктор геолого-
минералогических
наук, профессор,
директор, ФГБУ
«Гидрохимический
институт»

В.А. Брызгалю,
кандидат химических
наук, ведущий
научный сотрудник,
ФГБУ
«Гидрохимический
институт»

Л.С. Косменко,
кандидат химических
наук, ведущий
научный сотрудник,
ФГБУ
«Гидрохимический
институт»

и выпадения из атмосферы загрязняющих веществ;

- ◆ нарушение гидрологического режима за счет регулирования речного стока, теплового воздействия, работ по улучшению условий судоходства, карьерных разработок и берегового гидротехнического строительства;

- ◆ загрязнение воздушного бассейна и нарушение земель, загрязнение их отходами добычи и переработки угля и сланца и т.п.

В числе острых экологических проблем Дальнего Востока стоят также лесные пожары, последствия тайфунов и землетрясений, наводнения, крушения нефтеналивных танкеров, аварии на нефтепромыслах и других промышленных объектах [1].

Все больше примеров возрастающего влияния хозяйственной деятельности и на речные экосистемы. Оно существенным обра-

* Адрес для корреспонденции: ghi6@aanet.ru

зом изменяет не только гидрологический и гидрохимический режимы, но и общее экологическое состояние рек и увеличивает вероятность возникновения новых неблагоприятных экологических ситуаций.

Антропогенная трансформация экологического состояния речных экосистем Дальнего Востока определяется региональными особенностями природных, антропогенных и внутрисистемных факторов и процессов. На фоне таких природных факторов как изменчивость стока воды и наносов, руслового и ледотермического режимов, обильные атмосферные осадки, активность солнечной радиации, различные скорости внутрисистемных окислительно-восстановительных и продукционно-деструкционных процессов речные экосистемы региона испытывают значительное антропогенное воздействие.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на основе многолетней (1985-2009 гг.) режимной гидрохимической и гидробиологической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН).

Для оценки пространственно-временной изменчивости экологического состояния речных экосистем использованы гидрохимические и гидробиологические показатели:

- ◆ концентрация в водной среде соединений азота аммонийного, нитритного и нитратного;
- ◆ режим растворенного в воде кислорода, концентрация легкоокисляемых органических соединений (по БПК₅) и загрязняющих веществ (фенолов, нефтепродуктов, соединений тяжелых металлов);
- ◆ качественные и количественные показатели развития бактериопланктона, фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и макрозообентоса (общая численность и видовое разнообразие, групповой и видовой состав, относительная численность доминирующих видов или групп).

Сравнительная и количественная оценка динамики изменчивости исследуемых показателей проводилась с учетом основных положений и подходов, изложенных в принятых в Росгидромете руководящих документах по комплексной оценке степени загрязненности поверхностных вод (РД 52.24.643–2002) [2], биологическим методам оценки уровня антропогенного эвтрофирования и экологического регресса (РД 52.24.564–1996, РД 52.24.620–2000, РД 52.24.633–2002) [3-5].

О.С. Решетняк,
кандидат
географических наук,
старший научный
сотрудник, ФГБУ
«Гидрохимический
институт»

Результаты и их обсуждение

Изменчивость компонентного состава водной среды речных экосистем

Результаты сбора и анализа режимной гидрохимической информации ГСН в дальневосточном регионе [6-9] показали, что антропогенная составляющая продолжает оставаться определяющей при формировании гидрохимического режима и компонентного состава водной среды большинства рек Дальнего Востока.

Первоочередным экологическим последствием длительного антропогенного воздействия является трансформация компонентного состава водной среды речных экосистем, характер которой определяется не столько внутрисистемными биохимическими процессами, сколько периодичностью и объемами поступления загрязненных вод.

Повышение антропогенной нагрузки и ее неоднородность сопровождаются, в первую очередь, пространственной неоднородностью диапазонов колебания концентрации приоритетных загрязняющих веществ и максимальной кратности превышения ПДК. За период с 1985 по 2009 гг. последняя менялась в водной среде рек:

- ◆ бассейна р. Амур от 26 до 98 раз по фенолам и от 28 до 84 – по соединениям меди (рис. 1);
- ◆ бассейна р. Уссури от 9 до 177 раз по нефтепродуктам, от 36 до 130 – по соединениям меди и от 7 до 75 – по азоту аммонийному (рис. 2);
- ◆ Приморья от 7 до 310 раз по нефтепродуктам, от 2 до 118 – по фенолам, от 33 до 96 – по соединениям меди и для р. Рудная от 80 до 290 раз по соединениям цинка (рис. 3).



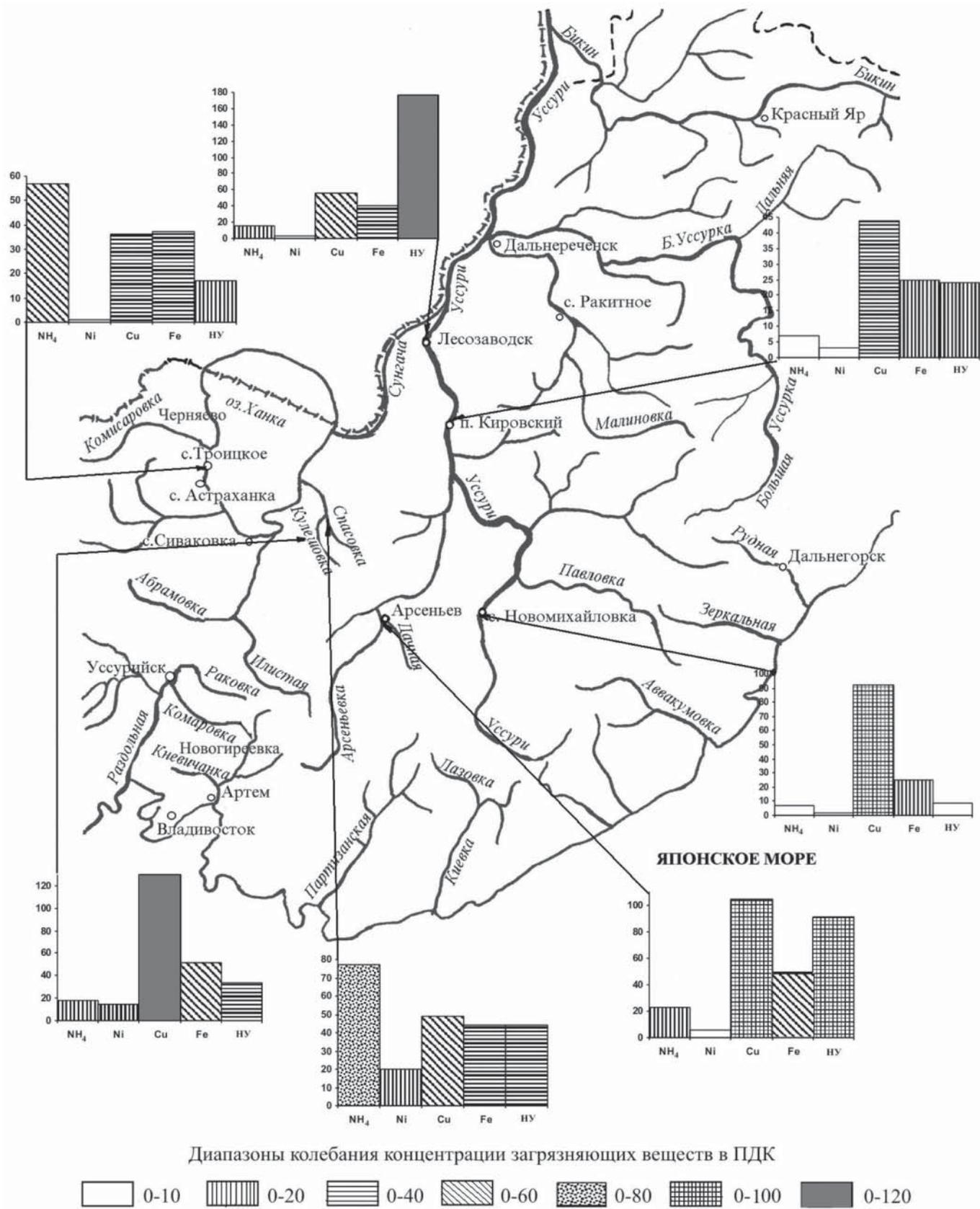


Рис.2. Изменчивость концентраций приоритетных загрязняющих веществ в водной среде рек бассейна р. Уссури.

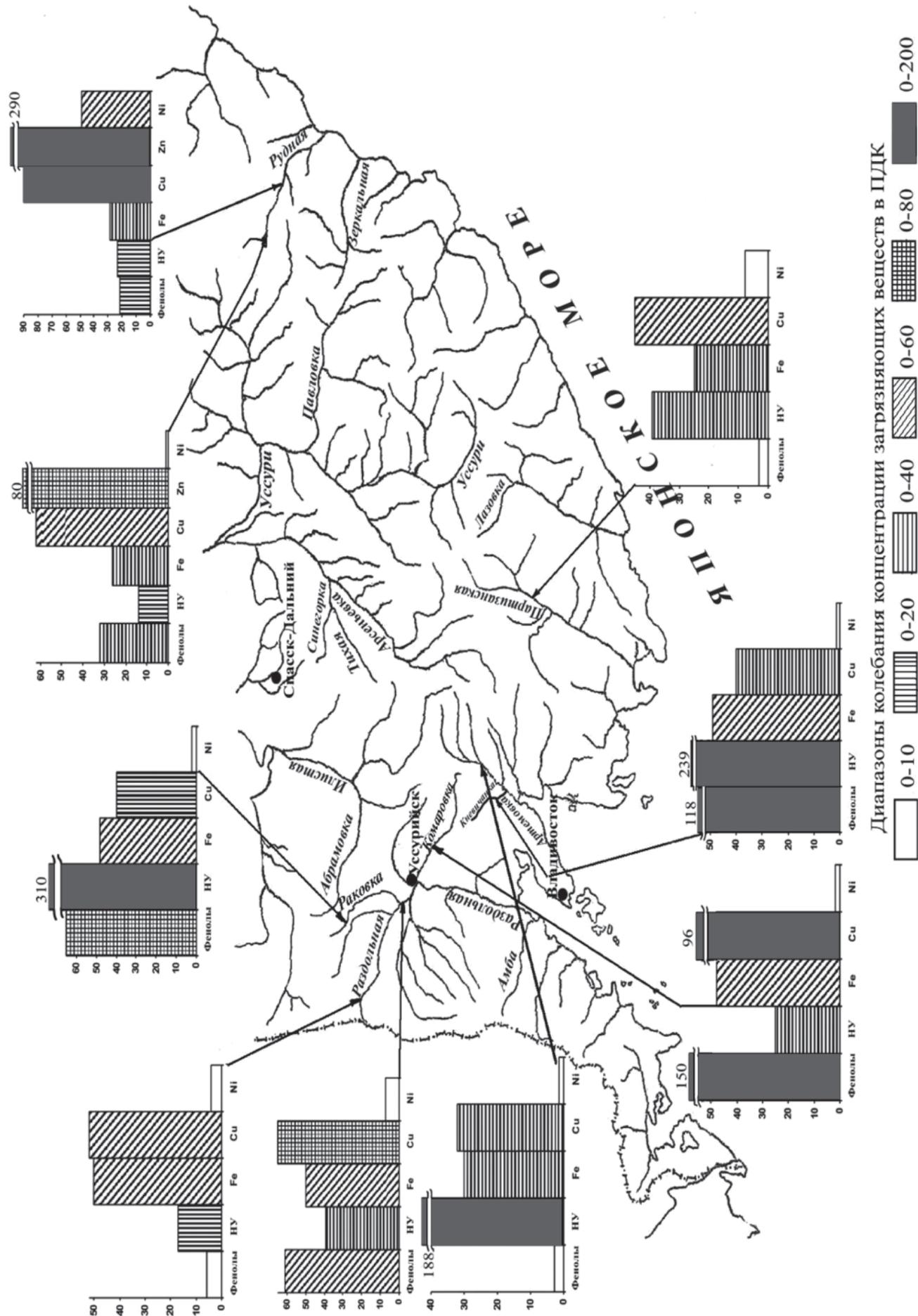


Рис. 3. Изменчивость концентраций приоритетных загрязняющих веществ в водной среде рек Приморья.

Таблица 1

Внутригодовая изменчивость многолетних диапазонов колебания концентраций растворенного кислорода и минеральных форм азота в водной среде некоторых рек Дальнего Востока в 1985-2009 гг.

Река, пункт наблюдений	Степень загрязненности водной среды [2]	показатель	Диапазон колебания концентрации, мг/л											
			январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Амур, г. Комсомольск-на-Амуре	переходная от грязной к очень загрязненной	растворенный в воде кислород	6,18-9,80	4,28-9,00	3,65-10,4	нет данных	9,23-12,3	7,83-11,7	7,06-11,0	5,77-10,9	7,55-11,1	9,11-13,1	9,04-13,1	7,04-12,8
		азот аммонийный	0,18-1,20	0,09-1,30	0,14-1,95	-	0,18-1,46	н.о.*-1,77	н.о.-1,70	н.о.-3,60	н.о.-1,26	н.о.-1,04	-	0,30-1,87
		азот нитритный	0,008-0,103	0,005-0,095	н.о.-0,128	-	н.о.-0,163	н.о.-0,111	н.о.-0,075	н.о.-0,196	н.о.-0,032	н.о.-0,049	-	0,004-0,086
		азот нитратный	-	-	0,02-0,44	-	н.о.-0,35	н.о.-0,56	н.о.-0,48	н.о.-0,70	н.о.-0,61	н.о.-0,61	-	0,27-1,15
		растворенный в воде кислород	2,36-12,1	1,63-12,5	3,65-13,8	7,63-13,6	5,29-13,2	2,01-12,9	0,43-12,9	0,96-12,4	2,99-12,3	3,70-12,8	3,84-13,1	2,57-13,3
Комаровка, г. Уссурийск	переходная от экстремально к очень грязной и грязной	азот аммонийный	1,56-7,24	0,09-7,54	0,59-6,80	0,04-3,22	0,01-2,12	0,04-3,27	н.о.-5,60	0,12-3,45	0,11-4,54	н.о.-4,54	0,16-5,28	0,40-5,22
		азот нитритный	н.о.-0,245	н.о.-0,094	н.о.-0,184	н.о.-0,122	н.о.-0,113	н.о.-0,153	н.о.-0,245	н.о.-0,189	н.о.-0,085	н.о.-0,104	н.о.-0,131	н.о.-0,206
		азот нитратный	0,02-0,76	0,01-0,67	0,02-0,91	0,02-0,84	0,01-0,41	0,02-0,67	0,01-0,64	н.о.-1,16	0,01-0,61	н.о.-0,68	0,01-1,28	0,01-1,04
		растворенный в воде кислород	2,29-12,7	0,90-10,8	2,03-10,9	6,86-14,0	2,80-13,0	6,01-15,3	0,80-11,2	4,82-14,3	3,82-11,7	6,30-11,7	7,17-14,5	5,59-15,8
		азот аммонийный	0,51-10,5	0,90-13,3	0,56-10,5	н.о.-11,0	0,08-6,44	н.о.-6,06	н.о.-9,84	0,10-6,56	0,01-5,0	0,28-5,20	н.о.-11,8	0,29-8,50
Кневичанка, г. Артем	очень и экстремально грязная	азот нитритный	-	н.о.-0,133	н.о.-0,760	н.о.-0,280	н.о.-0,364	н.о.-0,465	н.о.-0,203	0,025-0,197	н.о.-0,132	н.о.-0,470	-	
		азот нитратный	-	0,02-0,48	0,02-0,77	0,01-1,32	0,01-0,42	0,01-1,54	0,02-0,74	0,01-1,40	0,07-1,74	0,37-1,08	0,02-1,01	

* н.о. — ниже предела обнаружения

Антропогенная трансформация гидрохимического режима исследуемых речных экосистем при повышении степени загрязненности их водной среды наиболее отчетливо проявляется в нарушении (табл. 1):

- кислородного режима за счет повышения частоты повторяемости случаев снижения содержания растворенного в воде кислорода до аномально низких значений (0,43-0,96 мг/л);

- внутригодовых закономерностей изменчивости содержания минеральных форм азота с тенденцией увеличения их содержания в течение всего года.

Отмечаемая в последние десятилетия тенденция качественных и количественных изменений компонентного состава водной среды исследуемых водных объектов влечет за собой антропогенную трансформацию их

экологического состояния и, прежде всего, изменчивость гидробиологических показателей состояния речных экосистем.

Изменчивость гидробиологических показателей состояния речных экосистем

Анализ многолетней режимной гидробиологической информации ГСН [10-12] на реках Дальнего Востока позволил выявить и выделить основные закономерности природных модификаций структурной организации планктонных и бентосных сообществ водных организмов при усилении антропогенного воздействия. Рассмотреть последние целесообразно на фоне естественной сезонной и межгодовой изменчивости развития этих сообществ, пространственной неоднородности уровня их вегетации с привлечением таких важнейших характеристик их развития, как численность организмов, видовое

Таблица 2

Антропогенная трансформация общих показателей развития планктонных и бентосных сообществ водных организмов

Степень загрязненности водной среды [2]	Характерные признаки состояния отдельных сообществ водных организмов			
	бактериопланктон	зоопланктон	фитоперифитон	макрозообентос
Переходная от очень загрязненной к загрязненной и слабо загрязненной	Общая численность бактериопланктона до 10 млн.кл/мл. Численность сапрофитной микрофлоры до 4,0 тыс.кл/мл	Индекс сапробности 1,20-1,50. Доминируют α -, β -мезосапробные виды веслоногих, ветвистоусых и прочих	Индекс сапробности до 1,50. Среди массовых видов преобладают χ -, χ -олигосапробные. Доминируют диатомовые	Постоянное присутствие личинок поденок, ручейников и веснянок – индикаторов чистых вод. Относительная численность олигохет 0-14 %. Общая численность зообентоса менее 1000 экз/м ² . Биотический индекс Вудивисса 7-10
Переходная от очень загрязненной к грязной	Общая численность бактериопланктона до 15,0 млн.кл/мл. Численность сапрофитной микрофлоры до 5,3 тыс.кл/мл	Индекс сапробности 1,50-2,00. Доминируют α -, β -мезосапробные виды. Встречаются α - и χ -олигосапробные организмы. Усиливается развитие коловраток	Индекс сапробности до 1,50-2,00. Среди индикаторных видов преобладают α -, β -мезосапробные. Присутствуют χ -олигосапробные, α -мезосапробные виды. Доминируют диатомовые	Организмы-индикаторы чистых вод (личинки поденок или ручейников, изредка бокоплавы) присутствуют единично. Доминируют хирономиды и олигохеты. Относительная численность олигохет 0-80 %, чаще 0-10 %. Биотический индекс Вудивисса от 2 до 9, чаще 5
Переходная от грязной к очень и экстремально грязной	Общая численность бактериопланктона выше 20 млн.кл/мл, сапрофитной микрофлоры выше 7,0 тыс.кл/мл	Индекс сапробности 2,0-2,5. Выход на доминирующее положение коловраток, содоминируют веслоногие и ветвистоусые	Индекс сапробности 2,30 -2,60. Из индикаторных видов преобладают α -сапробные. Доминируют диатомовые	Отсутствуют организмы-индикаторы чистых вод. Доминируют олигохеты и хирономиды. Относительная численность олигохет 0-100 %, чаще 40-70 %. Биотический индекс Вудивисса 0-3

Таблица 3

Классификатор водных экосистем по уровню экологического регресса [5]

Модальный интервал вариационных рядов	Уровень экологического регресса		
	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	Элементы экологического регресса	Экологический регресс
общей численности бактериопланктона, млн. кл./мл	0,30-1,0	1,1-5,0	5,1-15,0
общей численности макрозообентоса, тыс. экз/м ²	1,0-8,5	0,10-30,0	0,01-10,0
относительной численности группы олигохет, %	30-98	50-100	70-100
числа видов фитоперифитона	15-45	10-20	5-20
относительной численности коловраток в зоопланктонном сообществе, %	до 30*	25-90	70-100
общей численности фито-планктонных сообществ, тыс. кл./мл	нет ограничений	1,10-5,0	0,01-0,70**

* – при низком уровне экологического регресса содоминируют циклопиды или клadoперы;

** – На фоне периодического усиления процессов антропогенного эвтрофирования

разнообразии, соотношении различных групп организмов в каждом сообществе, массовые виды и виды – индикаторы загрязнения. Результаты обобщения многолетней режимной гидробиологической информации по качественным и количественным показателям развития планктонных и бентосных

сообществ водных организмов позволили сделать вывод о том, что антропогенная трансформация состояния гидробиоценоза проявляется при усилении степени загрязненности водной среды по (табл. 2):

- ◆ бактериопланктону – расширением диапазонов колебания общей численности сообщества и повышением частоты встречаемости высоких значений показателя (до 15-20 млн. кл./мл);
 - ◆ зоопланктону – усилением развития коловраток с тенденцией выхода их на доминирующее положение;
 - ◆ фитоперифитону – снижением видового разнообразия при усилении роли α -сапробных видов в доминирующем комплексе;
 - ◆ макрозообентосу – снижением развития или полным отсутствием организмов-индикаторов чистых вод на фоне выхода на доминирующее положение группы олигохет.
- Статистическая обработка многолетней информации по изменчивости перечисленных выше показателей развития бактерио-, фито-, зоопланктона и макрозообентоса и последующее сравнение полученных результатов с классификатором, приведенном в табл. 3 [5], позволили сделать следующие выводы (табл. 4, 5):
- ◆ экологическое состояние речных экосистем, испытывающих сильное антропогенное воздействие, заметно меняется за счет усиления процессов экологического регресса сообществ водных организмов;
 - ◆ в зависимости от степени загрязненности водной среды состояние исследуемых речных экосистем меняется по бактерио-, зоопланктону и макрозообентосу от антропогенного напряжения с элементами экологического регресса до экологического регресса;
 - ◆ нередки случаи, когда отмечается угнетение развития макрозообентоса в целом и даже группы олигохет.



Таблица 4

Уровень экологического регресса речных экосистем Дальнего Востока в зависимости от степени загрязненности водной среды

Река, пункт наблюдений	Степень загрязненности водной среды [2]	Сообщество бактериопланктона		Сообщество макрозообентоса		
		Модальный интервал общей численности, млн.кл./мл	Уровень экологического регресса	Модальный интервал		Уровень экологического регресса
				общей численности, тыс.экз/м ²	относительной численности олигохет, %	
Суся, п. Синегорск	переходная от очень загрязненной к грязной	0,4-2,9	антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	0,03-0,69	55-100	экологический регресс
Суся, г. Южно-Сахалинск	грязная	7,0-19,9	экологический регресс	0,012-2,0	70-100	экологический регресс
Найба, г. Долинск	переходная от грязной к очень загрязненной	4,0-15,0	экологический регресс	0,01-0,57	30-82	антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Найба, п. Быков	переходная от грязной к загрязненной и очень загрязненной	1,1-5,0	элементы экологического регресса	0,006-0,65	0	угнетение развития
Рогатка, г. Южно-Сахалинск	переходная от очень загрязненной к загрязненной	0,7-3,0	элементы экологического регресса	0,03-0,90	0-9,0	угнетение развития
Красносельская, г. Южно-Сахалинск	грязная	1,0-5,0	элементы экологического регресса	0,04-0,58	0-7,0	угнетение развития
Ай, с. Советское	переходная от очень загрязненной к грязной	5,0-9,0	экологический регресс	0,02-0,95	0-9,0	угнетение развития

Заключение

Впервые на основе многолетних (1985-2009 гг.) исследований и созданного большого массива данных режимных гидрохимических и гидробиологических наблюдений ГСН проведена оценка возможной антропогенной трансформации состояния речных экосистем Дальнего Востока с учетом антропогенной нагрузки и региональных особенностей компонентного состава водной среды и структурной организации гидробиоценоза.

Анализ многолетней гидрохимической информации показал, что антропогенная трансформация компонентного состава водной среды исследуемых речных экосистем Дальнего Востока направлена в сторону:

- изменения минерализации, концентрации легкоокисляемых органических веществ

и содержания растворенного в воде кислорода;

- накопления в водной среде приоритетных загрязняющих веществ до концентраций, в десятки раз превышающих ПДК;

- усиления пространственной межсистемной неоднородности содержания в водной среде минеральных форм азота;

- нарушения внутригодовой сезонной динамики содержания в водной среде биогенных элементов за счет преобладания процессов минерализации органических веществ над процессами их потребления сообществами водных организмов, а также возможного избыточного поступления со сточными водами и поверхностным стоком.

Происходящая трансформация гидрохимического режима и компонентного состава водной среды оказывает значительное влияние на ускорение таких процессов, как:

Таблица 5

Уровень экологического регресса речных экосистем Приморья в зависимости от степени загрязненности водной среды

Река, пункт наблюдений	Степень загрязненности водной среды [2]	Сообщество зоопланктона		Сообщество макрозообентоса		Уровень экологического регресса
		Модальный интервал относительной численности коловраток, %	Уровень экологического регресса	Модальный интервал		
				общей численности, тыс.экз/м ²	относительной численности олигохет, %	
Раковка, г. Уссурийск	переходная от экстремально и очень грязной к грязной	29-58	элементы экологического регресса	0,20-0,29	56-65	экологический регресс
Раздольная, г. Уссурийск	грязная	31-44	элементы экологического регресса	0,20-0,37	17-30	антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Кневичанка, г. Артем	очень и экстремально грязная	43-57	элементы экологического регресса	0,20-0,28	46-57	экологический регресс
Комаровка, г. Уссурийск	грязная	20-29	антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	0,18-0,24	57-67	экологический регресс

♦ антропогенное эвтрофирование за счет поступления заметного количества биогенных и легкоокисляемых органических веществ;

♦ экологический регресс отдельных сообществ водных организмов за счет периодического накопления в водной среде загрязняющих веществ (в том числе токсичных) до концентраций, в десятки раз превышающих ПДК и нарушения кислородного режима даже в поверхностных слоях.

Эвтрофирующий эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы региона изучен на основе анализа многолетней сукцессии зоопланктонных и фитоперифитонных сообществ, в характере развития которых отмечены такие изменения, как:

♦ расширение диапазона колебания общей численности и видового разнообразия зоопланктонных сообществ;

♦ тенденция увеличения относительной численности коловраток и доминирующих видов в этой группе;

♦ усиление развития сине-зеленых водорослей в фитоперифитонных сообществах на устьевых участках рек.

Токсичный эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы, вызывающий элементы экологического регресса отдельных сообществ, наиболее отчетливо проявляется в развитии:

♦ зообентосных сообществ, природные модификации которых сопровождались не столько низким уровнем их развития, сколько перестройкой структуры сообществ за счет выхода на доминирующее положение группы олигохет (это заметно проявляется на нижних участках рр. Сусуя, Найба, Черная, Арсеньевка, Спасовка, Раздольная, Раковка и Комаровка);

♦ фитоперифитонных сообществ, природные модификации которых сопровождались снижением видового разнообразия и упрощением таксономической структуры.



Литература

1. Бакланов П.Я. Дальневосточный регион России: проблемы и предпосылки устойчивого развития. Владивосток: Дальнаука, 2001, 144 с.
2. РД 52.24.643–2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. С.33.
3. РД 52.24.564–1996. Методические указания. Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития фитопланктонных сообществ. Биологические методы оценки загрязненности пресноводных экосистем. М.: Изд-во Росгидромета, 1996. 59 с.
4. РД 52.24.620–2000. Методические указания. Организация и функционирование специальной подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 40 с.
5. РД 52.24.633-2002. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 32 с.
6. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Дальневосточного УГМС за 1985-2009 гг. Хабаровск: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.

Ключевые слова:

речные экосистемы
Дальнего Востока,
приоритетные
загрязняющие
вещества,
гидробиоценоз,
экологический
регресс

7. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Приморского УГМС за 1985-2009 гг. Владивосток: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.
8. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Сахалинского УГМС за 1985-2009 гг. Южно-Сахалинск: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.
9. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Камчатского УГМС за 1985-2009 гг. Петропавловск-Камчатский: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.
10. Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Дальневосточного УГМС за 1985-2009 гг. Хабаровск: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.
11. Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Приморского УГМС за 1985-2009 гг. Владивосток: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.
12. Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Сахалинского УГМС за 1985-2009 гг. Южно-Сахалинск: Изд-во УГМС, 1986-2010 гг.



A.M. Nikanorov, V.A. Brizgalo, L.S. Kosmenko, O.S. Reshetnyak

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF RIVER ECOSYSTEMS IN FAR EAST REGION

Assessment of possible anthropogenic transformation of river ecosystems of the Far East region taking into account regional characteristics of component of the aquatic environment and the structural organization of hydrobiocenosis has

been carried out for the first time. The trends in development of communities of aquatic organisms with varying degrees of water pollution have been outlined. Eutrophying impact of anthropogenic influence on river ecosystems and

process of ecological regress has been analyzed.

Key words: ecosystems of the Far East rivers, priority pollutants, hydrobiocenose, ecological regress

