

УДК 504.064

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТРАНСПОРТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПО ДЛИНЕ РЕКИ АМУР

© 2013 г. А.М. Никаноров, В.А. Брызгало, О.С. Решетняк,  
Л.С. Косменко, А.О. Даниленко

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт»  
Росгидромета, г. Ростов-на-Дону*

**Ключевые слова:** р. Амур, загрязняющие вещества, состояние водных экосистем.

Показана тенденция сохранения высоких концентраций загрязняющих веществ по длине р. Амур. Рассмотрены случаи экстремально высокого уровня загрязнения воды. Состояние водных экосистем по длине р. Амур оценивается как критическое и переходное из равновесного в кризисное и критическое. Средне-многолетние объемы притока загрязняющих веществ превышают допустимые по ПДК значения в 5–15 раз, при этом происходит увеличение их содержания в водной среде вниз по течению реки.

### Введение и характеристика объекта исследования

Интенсивное вовлечение районов Сибири и Дальнего Востока в процесс хозяйственного освоения обуславливает новые проблемы рационального использования природных ресурсов и прогнозирования изменений в окружающей среде. Это весьма актуально для бассейна реки Амур прежде всего потому, что здесь проходит трасса Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. В последние годы в процесс хозяйственного освоения вовлекаются огромные регионы севера и северо-востока региона, ранее мало или совсем неиспользуемые. Их освоение осуществляется на базе крупных территориально-производственных комплексов, специализирующихся на развитии добывающих отраслей промышленности [1].

Река Амур и ее главные притоки – р. Усури и р. Зея – являются важнейшими водными путями Дальнего Востока. Бассейн р. Амур простирается по Хабаровскому, Забайкальскому, Приморскому краям и Амурской области, захватывая северо-восточные провинции Китая и Монголии [1]. В целом за пределами России находится по разным данным от 46 до 50 % территории бассейна р. Амур.

Водное хозяйство России № 5, 2013

# Водное хозяйство России

По основным морфометрическим характеристикам р. Амур занимает по длине второе место в России и девятое в мире, а по площади водосбора – четвертое и десятое место соответственно, замыкая десятку величайших рек мира.

После слияния рек Шилки и Аргунь р. Амур подразделяют на три примерно равных участка: Верхний Амур (883 км) – от слияния рек Шилки и Аргунь до впадения р. Зея у г. Благовещенска; Средний Амур (995 км) – от впадения р. Зея до впадения р. Усури у г. Хабаровска; Нижний Амур (966 км) – от впадения р. Усури до Амурского лимана.

За более чем 300-летний период хозяйственного освоения российской части Дальнего Востока на водосборе р. Амур сформировались участки с различной специализацией, разными типами и уровнями использования. Широкий комплекс воздействующих на водосбор антропогенных и природных факторов обусловил возникновение целого ряда экологических проблем в бассейне р. Амур. К числу основных следует отнести [2–5]:

– физическое, химическое и бактериальное загрязнение вод рек Аргунь, Амур, Сунгари, Усури и др.;

– превышение экологически допустимого уровня предельных нагрузок на экосистемы бассейна в силу высокой антропогенной нагрузки (на территории Китая более 200 предприятий работают без очистных сооружений, в реку сбрасываются неочищенные стоки сельскохозяйственных предприятий);

– эрозионные процессы на водохозяйственных объектах;

– трансграничный перенос с территорий сопредельных государств;

– загрязнение почв, водных объектов, атмосферы стоками и возгонами брошенных производств целлюлозно-бумажной и горной промышленности;

– обезлесивание в результате пожаров и хищнической вырубki леса;

– сокращение биоразнообразия растительного и животного мира;

– угрозы загрязнения бассейнов Японского и Охотского морей;

– опустынивание и загрязнение почв токсичными соединениями пестицидов.

Нарушение экологической обстановки в бассейне р. Амур усиливается трансграничными проблемами, обусловленными воздействием со стороны Китая, такими, как [5]:

– аварийный и залповые сбросы экологически грязных производств;

– сброс неочищенных сточных вод;

– затяжные пыльные бури, перенос токсикантов воздушным путем;

– снижение объема вод р. Сунгари, ухудшение качества воды;

– работы, изменяющие русловые процессы рек Амур и Аргунь;

– высокая плотность населения и др.

Основные источники загрязнения р. Амур в пунктах наблюдений на территории России и основные загрязняющие вещества, которые могут поступать со сточными водами предприятий, приведены в табл. 1 [6]. Многообразие поступающих в водную среду химических соединений и загрязняющих веществ обуславливает повышение антропогенной нагрузки на водные экосистемы различных участков реки. Это может привести к нарушению естественного функционирования водных экосистем и трансформации их экологического состояния по длине водотока.

**Таблица 1.** Основные источники загрязнения водной среды по длине р. Амур на территории России [6]

Пункт наблюдений	Источники загрязнения		Основные загрязняющие вещества
	промышленность	предприятия	
г. Благовещенск	ЖКХ	ПУВКХ	Сульфаты, взвешенные вещества, легкоокисляемые органические вещества, азот- и фосфорсодержащие соединения, нефтепродукты, соединения железа, меди, цинка, никеля, алюминия, свинца, жиры, цианиды
г. Хабаровск	ЖКХ	МУП г. Хабаровск, «Водоканал»	
г. Амурск	Объекты теплоэнергетики	«Амурская ТЭЦ-1», ОАО «Хабаровские РГО», «ТГК»	
г. Комсомольск-на-Амуре	ЖКХ, авиационная промышленность, теплоэнергетика	МУП «Горводоканал», ОАО «КнаА-ПО», СП «Комсомольская ТЭЦ-2»	
с. Богородское	ЖКХ	МУП ЖКХ	
г. Николаевск-на-Амуре	ЖКХ, судостроение	МУП «Горводоканал», ОАО «Николаевский судостроительный завод»	

*Список используемых сокращений:*

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

КнаА-ПО – Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение;

МПКХ – межотраслевое предприятие коммунального хозяйства;

МУП – муниципальное унитарное предприятие;

ПУВКХ – производственное управление водопроводно-канализационного хозяйства;

СП – структурное подразделение;

ТГК – территориальная генерирующая компания.

### Антропогенная трансформация экологического состояния отдельных участков по длине р. Амур

Антропогенный фактор стал определяющим в трансформации исторически сложившихся природных условий и существенном преобразовании, деградации и даже исчезновении наземных и водных экосистем. Процессы снижения биологического разнообразия и качества природной среды становятся более заметными и необратимыми [7].

Учитывая специфику промышленных предприятий, действующих на водосборе р. Амур (см. табл. 1), можно заключить, что в водную среду реки попадают различные растворенные химические и загрязняющие вещества, формирующиеся в процессе производственной деятельности, а также поступающие с загрязненными водами с водосборной территории. Наглядным подтверждением этого могут служить ежегодно повторяющиеся случаи возникновения экстремально высокого уровня загрязнения (ЭВЗ) воды реки по всей ее длине (табл. 2). ЭВЗ воды – это максимальное разовое содержание в воде нормируемых веществ 1 и 2 классов опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 раз и более; веществ 3 и 4 классов опасности – в 50 раз и более [8]. Для соединений свинца и бензола уровень ЭВЗ соответствует превышению в 5 ПДК и более (это вещества 2 класса опасности), соединений меди – 50 ПДК и более (3 класс опасности).

В пунктах наблюдения у с. Черняево и г. Николаевска-на-Амуре случаев ЭВЗ в новом тысячелетии зафиксировано не было. Чаще всего экстремальное загрязнение воды по длине р. Амур вызвано высокими концентрациями соединений свинца.

Данные, характеризующие экстремальное загрязнение воды по длине р. Амур (см. табл. 2) показывают, что причиной возникновения случаев ЭВЗ является очень высокая концентрация в водной среде реки таких загрязняющих веществ, как бензол, метанол и соединения тяжелых металлов, спо-

**Таблица 2.** Характеристика случаев экстремально высокого уровня загрязнения воды р. Амур в 2000–2010 гг.

Параметр	Пункт режимных наблюдений				
	г. Благовещенск	г. Хабаровск	г. Амурск	г. Комсомольска-на-Амуре	с. Богородское
Повторяемость ЭВЗ	12	33	61	43	13
Загрязняющие вещества (причина ЭВЗ)	соединения свинца (11)*, бензол (1)	соединения свинца (32), ртути (1)	соединения свинца (46), метанол (13), соединения меди (2)	соединения свинца (39), марганца (2), меди (1), сероводород (1)	соединения свинца (10), марганца (2), меди (1)

*Примечание:* \* повторяемость случаев ЭВЗ по конкретному веществу.

собных оказывать токсическое воздействие на гидробиоценозы, что в свою очередь может приводить к антропогенной трансформации экологического состояния, в том числе экологическому регрессу сообществ водных организмов и деградации водных экосистем в целом.

Как показано ранее, экологическое состояние речных экосистем Дальнего Востока, испытывающих сильное антропогенное воздействие, заметно меняется за счет усиления процессов экологического регресса сообществ водных организмов [9, 10]. Оценка состояния водных экосистем, проведенная по показателям развития бактерио-, фито-, зоопланктона и макрозообентоса сообществ водных организмов (согласно Р 52.24.661–2004), показала, что оно меняется от «антропогенного напряжения с элементами экологического регресса» до «экологического регресса», бывают и ситуации, когда отмечены случаи угнетения развития сообществ.

Оценку изменчивости экологического состояния на различных участках р. Амур по гидрохимическим показателям проводили с использованием разработанного в Гидрохимическом институте классификатора состояния водных экосистем [11]. По доле антропогенного воздействия состояние отдельных экосистем по длине р. Амур характеризуется как «критическое», а по степени антропогенного воздействия – как переходное из «равновесного» в «кризисное» и «критическое» (табл. 3).

Таким образом, в условиях продолжающегося антропогенного воздействия и вызванных им негативных последствий происходит антропогенная трансформация экологического состояния отдельных участков по длине р. Амур.

**Таблица 3.** Изменчивость состояния водных экосистем отдельных участков по длине р. Амур по антропогенной нагрузке

Пункт режимных наблюдений (расстояние от устья, км)	Модальный интервал значений доли антропогенного воздействия, %	Состояние экосистемы на участке [11]	Модальный интервал значений степени антропогенного воздействия, %	Состояние экосистемы на участке [11]
с. Черняево (2386)	42–58	кризисное	11–20	кризисное
г. Благовещенск (1941)	53–69	критическое	22–37	критическое
г. Хабаровск (966)	63–73	критическое	9–11	равновесное
г. Амурск (664)	62–75	критическое	30–44	критическое
г. Комсомольск-на-Амуре (614)	62–78	критическое	9–20	переходное из равновесного в кризисное
с. Богородское (238)	67–75	критическое	8–20	переходное из равновесного в кризисное
г. Николаевск-на-Амуре (48)	61–77	критическое	22–37	критическое

### Транспорт загрязняющих веществ по длине р. Амур

Анализ многолетней режимной гидрохимической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) [12] показал тенденцию сохранения высоких концентраций загрязняющих веществ по всей длине р. Амур. За период 2000–2010 гг. кратность превышения ПДК по максимальным концентрациям изменялась по (табл. 4): соединениям марганца от 37 ПДК у городов Хабаровска и Николаевска-на-Амуре до 158 ПДК у с. Богородское; соединениям железа от 12 ПДК у г. Комсомольска-на-Амуре до 25 ПДК у г. Амурска; соединениям меди от 8 ПДК у с. Черняево до 66 ПДК у с. Богородское; соединениям цинка от 1,9 ПДК у с. Черняево до 49 ПДК у г. Николаевска-на-Амуре; фенолам от 16 ПДК у г. Благовещенска до 40 ПДК у г. Николаевска-на-Амуре; нефтепродуктам от 6,8 ПДК у г. Благовещенска до 30 ПДК у Николаевска-на-Амуре.

По всем перечисленным выше соединениям прослеживается тенденция увеличения их содержания вниз по течению реки.

При таком уровне содержания в водной среде загрязняющих веществ степень ее загрязненности оценивается в верхнем и среднем течении как переходная от «загрязненной» к «очень загрязненной», в нижнем – как переходная от «очень загрязненной» и «грязной» к «очень грязной» (см. рисунок). По мере увеличения степени загрязненности водной среды расширяется и перечень характерных загрязняющих веществ (содержание которых в 50 % случаях проб превышает ПДК), высокие концентрации которых обуславливают высокую степень загрязненности воды и ухудшение ее качества. Если на верхнем участке реки таковыми являются фенолы и соединения цинка, то на нижнем к ним добавляются соединения меди, железа и азот нитритный.

Заметное влияние антропогенное воздействие оказывает и на формирование современного режима биогенных элементов. По длине р. Амур характерны концентрации минеральных форм азота и фосфора, превышающие предельно допустимые экологические концентрации (ПДЭК), условно принятые для эвтрофных экосистем [13]. Максимально наблюдаемые концентрации достигали в последнее время по (табл. 5): азоту аммонийному 11–12 ПДЭК у с. Богородское и г. Благовещенска; азоту нитритному 11–21 ПДЭК на участке от г. Хабаровска до г. Николаевска-на-Амуре; фосфору фосфатному 11–12 ПДЭК у г. Благовещенска и с. Черняево.

Такой высокий уровень содержания минеральных форм азота и фосфора способствует повышению трофности экосистемы р. Амур на отдельных участках водотока, что, в свою очередь, может повлечь за собой изменения структурно-функциональной организации гидробиоценозов в сторону усиления процессов антропогенного эвтрофирования.

Таблица 4. Изменчивость компонентного состава водной среды по длине р. Амур

Пункт режимных наблюдений	Расстояние от устья, км	Диапазон колебания концентрации в ПДК										
		соединений						ЛООВ по БПК <sub>5</sub>	нефтепродуктов	фенолов	азота	
		железа	меди	цинка	никеля	марганца	аммонийного				нитритного	
с. Черняево	2386	0,30–13	н.о. –8,0	н.о.–1,9	н.о.–4,0	2,2–48	0,25–1,8	н.о.–7,4	1,0–29	н.о. –3,8	н.о. –1,1	
г. Благовещенск	1941	0,20–17	н.о. –26	н.о.–8,9	н.о.–6,0	1,6–42	0,31–2,8	н.о.–6,8	н.о. –16	н.о. –9,2	н.о. –3,3	
г. Хабаровск	966	н.о.–19	н.о. –26	н.о.–9,3	н.о.–2,9	н.о.–37	0,50–2,5	н.о.–18	н.о. –22	н.о. –7,4	н.о. –5,0	
г. Амурск	664	н.о.–25	н.о.–52	н.о.–11	н.о.–3,5	нет данных	0,33–2,0	н.о.–10	н.о. –25	н.о. –5,9	н.о. –9,1	
г. Комсомольск-на-Амуре	614	0,40–12	н.о.–61	н.о.–16	н.о.–2,5	5,0–110	0,33–2,4	н.о.–8,8	н.о. –24	н.о. –5,8	н.о. –9,8	
с. Богородское	238	0,50–23	н.о.–66	н.о.–17	н.о.–2,5	н.о.–158	0,13–2,8	н.о.–14	н.о. –23	н.о. –8,3	н.о. –4,5	
г. Николаевск-на-Амуре	48	1,0–17	н.о.–31	н.о.–49	н.о.–5,2	6,0–37	0,25–2,2	н.о.–30	н.о. –40	н.о. –5,0	н.о. –10	

Примечание: ЛООВ – легкоокисляемые органические вещества, определяемые по показателю биохимического потребления кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>); н.о. – ниже предела обнаружения.



**Таблица 5.** Изменчивость кратности превышения ПДЭК биогенных веществ по длине р. Амур

Показатель	Пункты режимных наблюдений						
	с. Черняево	г. Благовещенск	г. Хабаровск	г. Амурск	г. Комсомольск-на-Амуре	с. Богородское	г. Николаевск-на-Амуре
Азот аммонийный (0,30 мг/л)*	2,8–4,9	4,2–12	3,4–10	4,0–7,6	4,9–7,9	5,5–11	2,7–6,5
Азот нитритный (0,010 мг/л)	1,3–2,3	3,2–6,7	9,4–11	13–18	16–19	3,5–9,1	9,0–21
Фосфор фосфатный (0,020 мг/л)	7,8–12	6,2–11	5,5–8,3	4,1–6,8	3,9–9,3	4,3–9,2	3,9–8,0

Примечание: \* в скобках приведены ПДЭК, условно принятые для эвтрофных водоемов [13].



Пространственная неоднородность концентраций некоторых загрязняющих веществ по длине р. Амур (см. табл. 4) обуславливает различный характер переноса исследуемых соединений вниз по течению реки. Наличие многолетней гидрологической информации позволило рассчитать среднегодовые объемы притока загрязняющих веществ только для нижнего участка реки от г. Хабаровска до с. Богородское.

Для оценки транспорта и переноса загрязняющих веществ по руслу водотока рассчитаны среднеемноголетние значения объемов их притока на различных участках (пунктах наблюдений) по длине р. Амур. Количественную оценку притока растворенных химических веществ проводили прямым методом по формуле [14]

$$G = \sum_{i=1}^m W_i \cdot \bar{C}_i,$$

где  $G$  – количество перенесенного вещества за расчетный период, т;

$m$  – число интервалов расчетного периода;

$W_i$  – объем стока воды за  $i$ -й интервал расчетного периода, км<sup>3</sup>;

$\bar{C}_i$  – средняя концентрация вещества за  $i$ -й интервал расчетного периода, мг/дм<sup>3</sup>.

Среднеемноголетние значения объемов притока загрязняющих веществ рассчитаны по среднеемноголетним значениям водного стока в конкретных пунктах наблюдений за период с 1980 по 2010 гг. и среднеемноголетним концентрациям за период с 2000 по 2010 гг. Допустимые по ПДК значения притока химических веществ рассчитаны аналогично по среднеемноголетним значениям водного стока в пункте наблюдений и ПДК конкретного вещества.

Результаты расчета среднегодовых объемов притока загрязняющих веществ по длине р. Амур показали, что на нижнем участке реки максимальные их значения менялись (табл. 6) по:

– соединениям железа, марганца и цинка от 190, 37,2 и 5,58 тыс. т/год у г. Хабаровска до 459, 84,7 и 19,6 тыс. т/год у с. Богородское соответственно;

– нефтепродуктам от 26,5 тыс. т/год у г. Комсомольска-на-Амуре до 36,4 тыс. т/год у г. Хабаровска;

– соединениям меди и фенолам – незначительно.

Сравнительная оценка среднеемноголетних (2000–2010 гг.) объемов притока перечисленных выше загрязняющих веществ с допустимыми по ПДК их значениями показала, что по длине реки кратность превышения достигала по соединениям марганца 12,0–15,0 раз, соединениям меди 4,5–9,3, соединениям железа 5,0–7,3 раз (см. табл. 6).

**Таблица 6.** Изменчивость среднегодовых и среднемноголетних объемов притока загрязняющих веществ по длине р. Амур в 2000–2010 гг., тыс. т в год

Загрязняющие вещества	Показатель	Пункт режимных наблюдений		
		г. Хабаровск, 966 км от устья	г. Комсомольска-на-Амуре, 614 км от устья	с. Богородское, 238 км от устья
Соединения железа	Диапазон среднегодовых объемов притока	76,5–190	79,3–214	115–459
	Среднемноголетний объем притока	<u>119</u> 23,8	<u>160</u> 31,5	<u>248</u> 33,8
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	5,0	5,1	7,3
Соединения меди	Диапазон среднегодовых объемов притока	0,190–1,77	1,50–4,79	0,700–4,85
	Среднемноголетний объем притока	<u>1,07</u> 0,238	<u>2,93</u> 0,315	<u>2,50</u> 0,338
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	4,5	9,3	7,4
Соединения цинка	Диапазон среднегодовых объемов притока	0,570–5,58	3,36–9,95	3,47–19,6
	Среднемноголетний объем притока	<u>2,76</u> 2,38	<u>5,93</u> 3,15	<u>8,10</u> 3,38
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	1,1	1,9	2,4
Соединения марганца	Диапазон среднегодовых объемов притока	17,5–37,2	25,3–71,2	19,6–84,7
	Среднемноголетний объем притока	<u>29,0</u> 2,38	<u>47,9</u> 3,15	<u>44,6</u> 3,38
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	12	15	13
Фенолы	Диапазон среднегодовых объемов притока	н.о. –1,30	н.о. –2,07	0,34–3,04
	Среднемноголетний объем притока	<u>0,700</u> 0,238	<u>1,15</u> 0,315	<u>1,42</u> 0,338
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	2,9	3,6	4,2
Нефтепродукты	Диапазон среднегодовых объемов притока	0,16–36,4	4,1–26,5	5,26–32,8
	Среднемноголетний объем притока	<u>10,7</u> 11,9	<u>14,5</u> 15,7	<u>21,5</u> 16,9
	Кратность превышения допустимого по ПДК объема притока	0,90	0,92	1,3

*Примечание:* в числителе – среднемноголетний за 2000–2010 гг. объем притока; в знаменателе – допустимый по ПДК объем притока; н.о. – ниже предела обнаружения.

В заключение отметим, что на фоне уже сформировавшегося выше г. Хабаровска компонентного состава исследуемых загрязняющих веществ вниз по течению р. Амур происходит дополнительное их поступление в водную среду, проявляющееся в увеличении объемов притока этих химических веществ на замыкающий створ реки.

### Заключение

Специфика промышленных предприятий, действующих на водосборе р. Амур, обуславливает поступление в водную среду реки многих загрязняющих веществ. Наглядным подтверждением этого могут служить ежегодно повторяющиеся случаи возникновения экстремально высокого уровня загрязнения (ЭВЗ) воды по длине реки соединениями свинца, меди, марганца, ртути, метанолом, бензолом и сероводородом.

Анализ многолетней режимной гидрохимической информации ГСН показал тенденцию сохранения высоких концентраций многих загрязняющих веществ в водной среде, что приводит к критическому или переходному из равновесного в кризисное и критическое состояние отдельных участков по длине р. Амур.

Сравнительная оценка среднесуточных объемов притока загрязняющих веществ с допустимыми по ПДК их значениями показала, что для нижнего участка реки кратность превышения достигала по соединениям марганца 12–15, меди 4–9, железа 5–7 раз.

Таким образом, в условиях продолжающегося антропогенного воздействия отмечена трансформация компонентного состава водной среды с тенденцией увеличения содержания загрязняющих веществ вниз по течению р. Амур.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бортин Н.Н., Поздина Е.А.* Научно-методические основы обеспечения устойчивого и безопасного функционирования водохозяйственного комплекса бассейна реки Амур // Сб. докл. междунар. конф. «Управление водно-ресурсными системами в экстремальных условиях». М.: Б.И., 2008. С. 284–288.
2. *Гусев М.Н., Полищев Ю.В.* Геоэкология: крупные реки Амурской области (современное геоэкологическое состояние и динамика развития, проблемы природопользования и возможные пути их решения) // Инженерная экология. 2005. № 5. С. 46–61, 64.
3. *Гаретова Л.А., Горлачева Е.Л., Засыпкина М.О. и др.* Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур // ДАН, Дальневосточное отделение, Биолого-почвенный институт. Владивосток: Дальнаука, 2008. 321 с.
4. *Махинов А.Н.* Основные гидрологические факторы экологической уязвимости реки Амур // Сб. докл. междунар. конф. «Управление водно-ресурсными системами в экстремальных условиях». М.: Б.И., 2008. С. 296–297.

5. Крюков В.Г., Воронов Б.А., Гаврилов А.В., Макаров А.В. Река Амур: проблемы и пути их решения (результаты деятельности Координационного комитета по устойчивому развитию бассейна реки Амур). Хабаровск: Приамурское географическое общество, 2005. 153 с.
6. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание (за 1991–2007 гг.). СПб.: Гидрометеиздат, 1992–2008.
7. Воронов Б.А. Основные экологические проблемы бассейна р. Амур и факторы их обуславливающие // Закономерность строения и эволюции геосфер: Междунар. науч. симп., Хабаровск. 2004. С. 539–550.
8. РД 52.24.643–2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 49 с.
9. Никаноров А.М., Брызгалю В.А. Реки России. Часть IV. Реки Дальнего Востока (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2011. 324 с.
10. Никаноров А.М., Брызгалю В.А., Косменко Л.С., Решетняк О.С. Антропогенная трансформация экологического состояния речных экосистем Дальнего Востока // Вода: химия и экология. 2012. № 3. С. 10–20.
11. Р 52.24.661–2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. Метеоагентства Росгидромета. 2006. 26 с.
12. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Дальневосточного УГМС Росгидромета за 2000–2010 гг. Хабаровск. 2001–2011 гг.
13. Цееб Я.Я., Денисова А.И., Приймаченко А.Д. О предельно допустимых концентрациях биогенных веществ в воде водоемов. Киев. 1978. 19 с.
14. Никаноров А.М., Иванов В.В., Брызгалю В.А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2007. 280 с.

#### Сведения об авторах:

Никаноров Анатолий Максимович, д. г.-м. н., профессор, член-корр. РАН, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «ГХИ»), 344090, г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 198; e-mail: ghi@aaanet.ru

Брызгалю Валентина Александровна, к. х. н., ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «Гидрохимический институт»), 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198; e-mail: ghi6@aaanet.ru

Решетняк Ольга Сергеевна, к. г. н., старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «Гидрохимический институт»), 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198; e-mail: ghi6@aaanet.ru

Косменко Людмила Семеновна, к. х. н., ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «Гидрохимический институт»), 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198; e-mail: ghi6@aaanet.ru

Даниленко Алеся Олеговна, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «Гидрохимический институт»), 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198.