

# МОНИТОРИНГОВЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ АМУР<sup>1</sup>

## MONITORING ANALYSIS OF WATER QUALITY IN THE AMUR RIVER<sup>2</sup>

**O. Mishchenko  
I. Gladun  
N. Ananyev**

*Summary.* The authors analyze the influence of large cities of the Khabarovsk Territory (Khabarovsk, Komsomolsk-on-Amur, Nikolaevsk-on-Amur) on water quality in the Amur River. The Amur River is the main waterway of the Far Eastern region, as well as one of the largest rivers in the world. The availability of fresh water suitable for consumption is the basis of high-quality life and health of the population. To describe the chemical composition of the river, systematic characteristics were used in the work — the average annual concentrations at each observation point along the length of the river. The information and empirical base of the analysis was formed on the basis of data from the territorial authority of Rosstat for the Khabarovsk Territory on the population of the territory. The analysis of the quality of the surface waters of the Amur River was carried out on the basis of statistical processing of data from the hydrochemical network of Roshydromet from 2011–2020 on the most characteristic indicators for a water body. To break the link between socio-economic growth and anthropogenic impact on the river. Amur from the large cities of the region it is necessary: to introduce integrated monitoring systems of water resources and innovative resource-saving and low-waste technologies at industrial enterprises of the Khabarovsk Territory, to carry out environmental monitoring of economic entities, to conduct a technical audit of water management systems of cities and settlements in the region, to develop economic levers to stimulate economic entities to make targeted investments in fixed capital for technological modernization of production in order to reduce the discharge of untreated water, and not to increase its scale due to extensive factors.

*Keywords:* Amur River, pollution, analysis, water resources, water users, chemical composition, hydrochemical studies.

**Мищенко Ольга Алексеевна**

*К.т.н., доцент, Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск  
004907@pnu.edu.ru*

**Гладун Игорь Владимирович**

*К.б.н., доцент, Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск  
006209@pnu.edu.ru*

**Ананьев Никита Андреевич**

*Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск  
2017102192@pnu.edu.ru*

*Аннотация.* В работе авторами анализируется влияние крупных городов Хабаровского края (г. Хабаровска, г. Комсомольска-на-Амуре, г. Николаевска-на-Амуре) на качество воды в р. Амур. Река Амур является главной водной артерией Дальневосточного региона, а также одной из крупнейших рек в мире. Наличие пригодной для употребления пресной воды является основой качественной жизнедеятельности и здоровья населения. Для описания химического состава реки в работе использованы систематические характеристики — среднегодовые концентрации в каждом пункте наблюдений по длине реки. Информационно-эмпирическая база анализа была сформирована на основе данных территориального органа Росстата по Хабаровскому краю о численности населения территории. Анализ качества поверхностных вод реки Амур выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети Росгидромета с 2011–2020 гг. по наиболее характерным для водного объекта показателям. Для разрыва связи между социально-экономическим ростом и антропогенным воздействием на р. Амур со стороны крупных городов региона необходимо: внедрять системы интегрированного мониторинга водных ресурсов и инновационные ресурсосберегающие и малоотходные технологии на промышленных предприятиях Хабаровского края, осуществлять экологический мониторинг хозяйствующих субъектов, проводить технический аудит систем водного хозяйства городов и населенных пунктов в крае, разработать экономические рычаги для стимулирования хозяйствующих субъектов осуществлять целевые инвестиции в основной капитал на технологическую модернизацию производства с целью уменьшения сбросов неочищенных вод, а не на увеличение его масштабов за счет экстенсивных факторов.

*Ключевые слова:* р. Амур, загрязнение, анализ, водные ресурсы, водопользователи, химический состав, гидрохимические исследования.

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках НИР № 3.21-ТОГУ

<sup>2</sup> The study was carried out within the framework of Research No. 3.21-TOGU

## Введение

**Д**ля любого крупного города одной из ключевых проблем является обеспечение населения качественной водой. Хабаровский край считается регионом богатым водными ресурсами за счет развитой гидрографической сети. Водообеспеченность населения края — одна из самых высоких в России (около 332 тыс. м<sup>3</sup> на человека).

Место, где Амур берет начало, до Хабаровска считается границей между двумя странами: Россией и Китаем. Исток и устье реки Амур растягиваются на 2850 км. Река Амур входит в десятку наиболее значительных рек мира, занимает девятое место по длине, и десятое по водосборной площади бассейна. Среди рек РФ р. Амур занимает четвертое место по длине, площади водосбора и водности. Бассейн Амура располагается на территории трех государств России (53% площади бассейна), Китая и Монголии (47%). С этой точки зрения река имеет трансграничное и международное значение. Граница с КНР проходит по водотоку на протяжении 1376 км [1].

Главным ресурсом Амура является пресная вода, но в регионе с каждым годом дефицит чистой воды становится все острее, в частности для населения Хабаровского края, в связи с тем, что река испытывает значительную антропогенную нагрузку [2]. Достаточно интенсивно осваивается китайская часть Амура (в основном бассейн р. Сунгари), где проживает более 60 млн. чел. (провинции Хэйлунцзян, Цилинь, северо-восточная часть автономного района Внутренняя Монголия). В пределах Монгольской Народной Республики находится небольшая часть бассейна Амура [3, 4]. В рыбохозяйственном отношении р. Амур играет ведущую роль среди внутренних водоемов страны. Однако в последние десятилетия уловы ценных видов рыб в бассейне Амура неуклонно снижаются. Существенным фактором, способствующим этому, является обострение экологических проблем, влияющих на изменение гидрохимического и гидрологического режимов р. Амур. Эти проблемы имеют международное значение, так как река является трансграничным водоемом, и могут быть решены только совместными российско-китайскими усилиями, направленными на улучшение экологической ситуации в бассейне Амура [5].

На химический состав поверхностных вод бассейна реки Амур и его притоков оказывают влияние особенности физико-географических природных условий, характерные для Дальневосточного региона, наличие сложной системы проток, рукавов и водоемов, многообразие озер, наличие рудоносных и коллекторно-дренажных вод, а также характерные для региона гидрометеорологические условия. Загрязненность соединениями мар-

ганца, железа общего, меди, цинка, алюминия практически встречается в каждом водном объекте Хабаровского края и имеет разный уровень загрязненности по кратности превышения ПДК, что обусловлено своеобразием рельефа и климата, а также, протекающими в воде процессами разрушения и растворения горных пород и минералов, частичным растворением глин и алюмосиликатов, находящихся на дне водных объектов, поступлением дождевых вод в реку с прибрежной зоны, а также с расположенных рядом заброшенных котлованов с отработанными породами, образовавшихся при добыче угля. Необходимо отметить, что появление перечисленных выше вредных веществ там, где нет организованного сброса сточных вод, обусловлено природным фактором<sup>1</sup>.

Данная работа носит исследовательский характер. Целью статьи является изучение влияния крупных городов Хабаровского края на качество вод в реке Амур, и обоснование предложений по охране реки от антропогенного загрязнения. Исследование выполнено в рамках НИР № 3.21-ТОГУ. В основы исследования легли материалы замеров проведенные Федеральным государственным бюджетным учреждением «Дальневосточное государственное учреждение по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» ФГБУ «Дальневосточное УГМС»: многолетние гидрохимические данные Государственной системы наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды Росгидромета в пунктах наблюдений на р. Амур: г. Хабаровск, Амурск, Комсомольск-на-Амуре и Николаевск-на-Амуре (в период с 2011 по 2020 гг.) по результатам наблюдений в местах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Для анализа была взята часть бассейна реки Амур от устья р. Уссури до слияния ее с основным руслом р. Амур в районе г. Хабаровска (включая протоку Амурскую), и последующая часть водотока Амура — от г. Хабаровск до г. Николаевск-на-Амуре.

Наблюдения за гидрохимическим режимом р. Амур осуществляемое ФГБУ «Дальневосточное УГМС» проводилось в районе 8 населенных пунктов Хабаровского края. При этом были учтены крупнейшие водопользователи Хабаровского края, расположенные в населенных пунктах г. Хабаровск, г. Амурск, г. Комсомольск-на-Амуре, г. Николаевск-на-Амуре.

## Методы и принципы исследования

В работе использован системный анализ научной литературы, нормативно-правовых документов, статистических данных, включая материалы ФГБУ «Дальневосточное УГМС», а также материалы в области водопользования и водопотребления, представленные

Таблица 1. Крупнейшие водопользователи Хабаровского края

| Наименование водного объекта | Населённый пункт        | Предприятие  | Вид экономической деятельности | Среднегодовой сброс, тыс. м <sup>3</sup> /год |
|------------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|---|
| пр. Амурская                 | г. Хабаровск            | СП «Хабаровская ТЭЦ-1»                               | Водоснабжение; водоотведение   | 2667,91                                       |
| пр. Амурская                 | г. Хабаровск            | МУП города Хабаровска «Водоканал»                    | Водоснабжение; водоотведение   | 1464,68                                       |
| р. Амур                      | г. Хабаровск            | МУП города Хабаровска «Водоканал»                    | Водоснабжение; водоотведение   | 77132,3                                       |
|                              | г. Комсомольск-на-Амуре | МУП «Горводоканал»                                   | Водоснабжение; водоотведение   | 41585,43                                      |
|                              | г. Комсомольск-на-Амуре | ПАО «Амурский судостроительный завод»                | Обрабатывающие производства    | 2517,1  |
|                              | г. Комсомольск-на-Амуре | Филиал ПАО «Авиационная холдинговая компания «Сухой» | Обрабатывающие производства    | 1536,5  |
|                              | г. Николаевск-на-Амуре  | МУП «Николаевские коммунальные сети»                 | Водоснабжение; водоотведение   | 1141,75                                       |

на порталах Росстата, Росгидромета, администрации Хабаровского края.

### Постановка проблемы

В 2018 году в Хабаровском крае принята новая «Стратегия социально-экономического развития на период до 2030 года», в которой подчеркивается — экономическое развитие региона будет осуществляться путем модернизации экономической структуры центров «новой индустриализации»: Хабаровской агломерации; агломерации Комсомольск-на-Амуре — Амурск — Солнечный, и Николаевского центра развития. Перед Правительством Хабаровского края стоит важная задача обеспечить выполнение социально-экономических целей и уменьшить, или, по крайней мере, не увеличить антропогенное воздействие на окружающую среду. К числу экологических целей краевого развития относится — уменьшение антропогенного воздействия со стороны центров «новой индустриализации» на поверхностные водные объекты, в первую очередь — на бассейн реки Амур.

Бассейн Амура — единая экосистема, поэтому даже самые перспективные односторонние действия не способны привести к успеху. Еще в 2003 г. по инициативе правительства Хабаровского края был создан координационный комитет по устойчивому развитию бассейна р. Амур, в состав которого вошли представители Хабаровского и Приморского краев, Читинской, Амурской и Еврейской автономной областей, Бурятского автономного округа, региональных структур Министерства природных ресурсов России, представители науки и неправительственных экологических организаций.

Основной задачей комитета является предотвращение угроз трансграничного загрязнения Амурского бассейна, создание оптимальных условий для сохранения его биоразнообразия<sup>3</sup>.

По комплексу основных загрязняющих веществ на территории Хабаровского края наиболее загрязненные водные объекты по уменьшению степени загрязненности воды располагаются в следующем порядке:

- ◆ «очень грязные» — р. Черная;
- ◆ «грязные» — реки Подхоренок, Хор, Кия, Кур, Березовая, Сита, Кичмари, Амгунь, Нимелен и р. Силенка у пос. Горный и пос. Солнечный;
- ◆ «очень загрязненные» — р. Амур у с. Богородское, у гг. Комсомольск-на-Амуре, Николаевск-на-Амуре, реки Чегдомын, Урми, Манома, Холдоми, Хурмули, Левый Ул;
- ◆ «загрязненные» — р. Иска, р. Амур у г. Хабаровск, г. Амурск, протока Амурская г. Хабаровск, р. Гур, р. Л. Силенка г. Комсомольск-на-Амуре, р. Тумнин.

### Анализ и обработка результатов

Согласно принятой Правительством Хабаровского края Стратегии социально-экономического развития до 2030 года, населенные пункты г. Хабаровск, г. Амурск, г. Комсомольск-на-Амуре, г. Николаевск-на-Амуре будут центрами новой «индустриализации» края: Южный приграничный полюс, включающий в себя Хабаровскую агломерацию, Среднеамурский полюс (агломерация Комсомольск-на-Амуре — Амурск — Солнечный), Николаевский центр развития (экономическое ядро — г. Николаевск-на-Амуре). Концентрация производственных мощностей и, возможный рост численности населения,

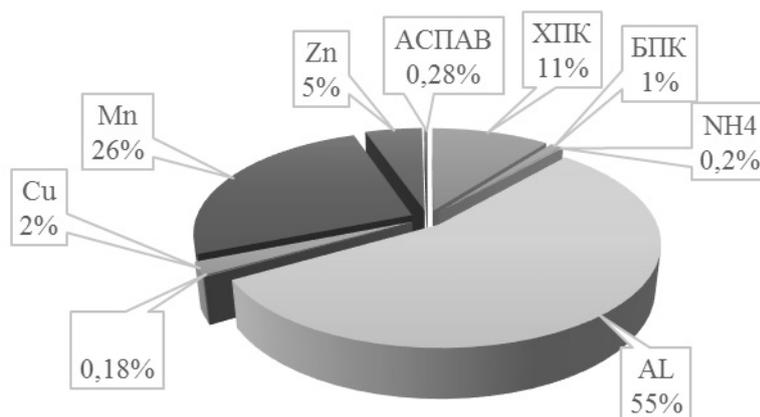


Рис. 1. Процентное содержание загрязняющих веществ в воде р. Амур

в этих крупных населенных пунктах может привести к усилению антропогенной нагрузки на реку Амур, если новая «индустриализация» экономики Хабаровского края будет протекать без учета наилучших доступных технологий. К крупным водопользователям, находящимся в этих городах, относятся водоканалы, предприятия теплоэнергетики и промышленные предприятия, представленные в табл. 1.

Формирование химического состава воды в поверхностных водных объектах происходит под влиянием природных и антропогенных факторов. К природным факторам относятся физико-географические (рельеф, климат, почвенный покров), геологические (состав горных пород, тектоническое строение, гидрогеологические условия), физико-химические (химические свойства элементов, окислительно-восстановительные и кислотно-щелочные условия, катионный обмен) и биологические факторы (деятельность растений и живых организмов). Помимо этого, химический состав р. Амур формируется под влиянием промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод береговых городов, и поселков.

Анализ динамики качества поверхностных вод реки Амур выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети Росгидромета с 2011–2020 гг. по наиболее характерным для водного объекта показателям. В целом качество воды реки Амур на различных участках характеризуется 3-м («загрязненная» и «очень загрязненная») и 4-м классами качества («грязная»). С 2011 по 2020 гг. по бассейну у Амура объем сбрасываемых загрязненных сточных вод снизился с 134796,03 до 124642,09 тыс.м<sup>3</sup>/год. Снижение объема сброса на 8% за 10 лет произошло за счет общего снижения антропогенного воздействия со стороны крупных населенных пунктов Хабаровского края — городов Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Николаевск-на-Амуре.

На общее снижение объема сброса в большей степени оказало влияние уменьшение сброса от крупных водопользователей: г. Комсомольск-на-Амуре — с 2015 г. сброс сточных вод сократился на 18%, г. Хабаровск — в протоку Амурскую с 2011 г. уменьшился на 3%.

Вместе с тем, сброс от водопользователей г. Хабаровск в р. Амур имеет тенденцию к росту — с 2016 г. на 7%. Сброс сточных вод от водопользователей г. Амурск растет и составляет 43%. Среди предприятий водопользователей, относящиеся к обрабатывающей промышленности, с 2017 года несколько увеличился сброс нормативно очищенных сточных вод: ПАО «Амурский судостроительный завод» — с 8 до 10%; филиал ПАО «Авиационная холдинговая компания «Сухой» «КнаАЗ им. Ю.А. Гагарина» — с 4 до 7%, но в основном продолжают сброс неочищенных сточных вод. Промышленные предприятия г. Комсомольск-на-Амуре продолжают осуществлять сброс сточных вод в реку Амур без очистки: до нормативов сейчас очищается только каждый 10 м<sup>3</sup> загрязненной сточной воды. Предприятия водопользователи, осуществляющие деятельности «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений», значительно отличаются от промышленных предприятий: объем сброса нормативно очищенных вод на них увеличился: МУП «Горводоканал» г. Комсомольск-на-Амуре — с 90 до 99%; МУП г. Хабаровска «Горводоканал» (водоприемник — пр. Амурская) — с 29 до 33%. Надо отметить, что на предприятиях МУП города Хабаровска «Водоканал» (сброс в р. Амур) и МУП «Николаевские коммунальные сети» уровень очистки достигает 100%. На предприятии, осуществляющем деятельность «Обеспечение электроэнергией, газом и паром», доля нормативно очищенной воды увеличилась. Например, на структурном подразделении АО ДГК «Хабаровская ТЭЦ-1» доля нормативно очищенной вод выросла с 29 до 67%.

Анализ данных гидрохимической сети Росгидромета с 2011–2020 гг. показал, что основными загрязняющими веществами, систематически превышавшими ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub> в бассейне реки Амур являются: ХПК, БПК, аммоний-ион, алюминий, железо общее, медь, марганец, цинк, анионные синтетические поверхностно-активные вещества (АСПАВ) (см. рис. 1).

Основными веществами, превышающими ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub> в реке Амур являются ионы алюминия, марганца, меди, железа. Это связано в первую очередь с географическим расположением реки, так как верхняя часть реки Амур имеет горный характер и почвенный состав данной зоны характеризуется высоким содержанием железа общего, алюминия и отдельных тяжёлых металлов. Вклад в загрязнение речной воды вносят так же промышленные предприятия, расположенные главным образом в г. Комсомольск-на-Амуре.

Гидрохимические исследования р. Амур свидетельствуют<sup>6</sup>, что химическое потребление кислорода (ХПК) — показатель содержания органических веществ в воде, выражающийся в миллиграммах кислорода пошедшего на окисление органических веществ, содержащихся в литре (1 дм<sup>3</sup>) воды, превышает ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub>: наблюдается тенденция к увеличению ХПК в р. Амур — максимально до 1,45 раза (контрольная точка — ниже г. Хабаровск). Превышение ХПК идет как за счёт антропогенного воздействия на реку сброса сточных вод, так и за счет природного характера — процесса застаивания воды в средней части р. Амур, где река протекает в широкой долине, а берега местами болотисты [6]. С 2018 г. увеличилась величина ХПК в районе г. Хабаровск и ниже его по течению. По-видимому, это связано с повышением поступления органических веществ в протоку Амурская с сельских населенных пунктов выше г. Хабаровск («протока Амурская, 16 км выше г. Хабаровск») и ниже по течению. Следует отметить, что в соответствии с государственной программой «Развитие жилищного строительства в Хабаровском крае» на сегодняшний день в крае оказывается содействие в обеспечении малоэтажного (котеджного) жилищного строительства. В 2020 году в крае введено около 108 тыс. м<sup>2</sup> индивидуальных жилых домов, большинство из которых — в г. Хабаровске и его окрестностях. Поэтому сбросы сточных вод с коттеджных поселков введенных в эксплуатацию, вносят существенный вклад в загрязнение р. Амур.

Исследования гидрохимических показателей биохимического потребления кислорода (БПК) — количество кислорода, израсходованного на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде, за весь период наблюдения

не превышало нормативный показатель ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub> равный 2 мг/дм<sup>3</sup>.

Это говорит о том, что воздействие на реку коммунально-бытовых сточных вод характеризуется как невысокое.

Аммоний-ион (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) в природных водах накапливается при растворении в воде газа аммиака (NH<sub>3</sub>), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений.

Растворенный аммиак поступает в водный объект с поверхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами. Повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на «свежее» загрязнение. Гидрохимические исследования свидетельствуют, что наблюдается тенденция к превышению ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub> по аммоний-иону в реке Амур в районе г. Комсомольск-на-Амуре: от 1,25 до 1,27 раз. С 2012 по 2020 год в пунктах контроля выше и ниже г. Комсомольск-на-Амуре наблюдалась повышенная концентрация аммоний-иона, при сравнении с другими пунктами наблюдения. Такую картину дает влиянием на качество воды сбросов г. Амурск. Следует отметить, что вниз по течению — в пунктах наблюдения возле г. Николаевск-на-Амуре, наблюдается плавное снижение концентрации NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в воде.

В исследованиях Н.К. Фишер и соавторов [7] отмечено, что основной вклад в поступление минеральных форм азота вне зависимости от гидрологического режима р. Амур в основном вносят воды рек Сунгари и Уссури.

Минимальное содержание минеральных форм азота отмечалось в период низкого уровня воды в реке (аммонийный азот до 0,006 мг/л), максимальное значение отмечалось на пике паводка (до 0,12 мг/л). Аммонийный азот в левобережной части р. Амур наблюдался только на пике паводка (до 0,07 мг/л).

На концентрацию ионов алюминия в реке Амур не оказывали достоверного влияния сбросы основных водопользователей городов Хабаровского края, по которым проводился анализ.

Но была отмечена многолетняя тенденция к превышению ПДК<sub>рыб.-хоз.</sub> в речной воде: от 2,2 (контрольная точка (к.т.) — ниже г. Николаевск-на-Амуре) до 3,4 раз (выше г. Комсомольск-на-Амуре). Авторы согласны с мнением Ю.К. Ивашинникова [8] высокое содержание алюминия, имеет природное происхождение, обусловленное протекающими в воде процессами разрушения и растворения горных пород (минералов), частичным раство-

рением глини и алюмосиликатов. Кроме того, возможно также поступление алюминия от горнодобывающих производств, которые, согласно утверждения Ю.А. Наумова [9], В.П. Шестеркина, Н.М. Шестеркиной [10], путем не прямого воздействия на подземные и малые реки оказывают влияние на химический состав реки Амур.

На концентрацию железа общего в реке Амур также не оказывали достоверного влияния сбросы основных водопользователей городов Хабаровского края, по которым велся анализ. Но также была отмечена многолетняя тенденция к превышению ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> в речной воде: от 2,2 (к.т.— ниже г. Николаевск-на-Амуре) до 4,6 раз (ниже г. Комсомольск-на-Амуре). Высокое содержание железа общего в речной воде обусловлено природным происхождением, и связано со своеобразием рельефа местности и климата, а также, протекающими в воде процессами разрушения и растворения горных пород, находящихся на дне водных объектов, поступлением дождевых вод в реку с прибрежной зоны, а также с расположенных рядом заброшенных котлованов с отработанными породами, образовавшихся при добыче угля [10]. Также можно отметить, что наблюдается повышение содержания железа во всех створах наблюдения в годы разлива р. Амур — в 2013 г., 2016 г., 2018 г.).

Анализ содержания меди показал, что наблюдается тенденция многолетнего превышения ионов меди к ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> в р. Амур: от 3,14 (к.т.— ниже г. Комсомольск-на-Амуре) до 5,86 (к.т. ниже г. Николаевск-на-Амуре). Значительное увеличение концентрации фиксируется в нижней точке наблюдения по течению реки — в г. Николаевск-на-Амуре, вблизи лимана. При этом влияния крупных городов на содержание меди в ручной воде не было обнаружено. Но известно, что в Хабаровском крае имеется 12 горнорудных предприятий, которые могут косвенно влиять на химический состав реки Амур. Кроме того, медь может поступать в речную воду с неорганизованным стоком с прибрежной зоны, и, по-видимому, также имеет природное происхождение [8, 11].

На концентрацию ионов марганца в реке Амур существенного влияния сбросы основных водопользователей городов Хабаровского края не оказывали. Но зафиксирована многолетняя тенденция к превышению ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> марганцем в р. Амур: от 2,94 (к.т.— ниже г. Хабаровск) до 8,86 (к.т. выше г. Комсомольск-на-Амуре).

Гидрохимические исследования иона цинка свидетельствуют, что идет ежегодное превышение ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> в нижней части р. Амур: от 1,34 (к.т.— ниже г. Николаевск-на-Амуре) до 1,91 (к.т. выше г. Николаевск-на-Амуре).

Гидрохимические исследования АСПАВ показывают, что их содержание в речной воде за весь период

наблюдения не превышало нормативный показатель ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> равный 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Поскольку АСПАВ имеет исключительно хозяйственно-бытовое происхождение, то можно утверждать о достаточно высокой эффективности водоочистки предприятиями горводоканала населенных пунктов. Однако, можно предположить, что в связи с увеличением количества индивидуальных жилых домов в окрестностях городов Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре негативное влияние АСПАВ может возрасти.

Экономический рост неизбежно связан с ростом загрязнений и деградаций окружающей среды, истощением природных ресурсов, что в свою очередь ограничивает развитие в рамках концепции «устойчивое развитие». Анализ численности населения крупных городов Хабаровского края показал, что с 2011 по 2020 гг. численность населения г. Хабаровск увеличилась с 580665 до 616372 чел.— на 6%, а в г. Комсомольск-на-Амуре за это же период, наоборот снизилась с 263336 до 244724 чел.— на 7%. Анализ динамики инвестиции в основной капитал предприятий г. Хабаровск сначала имел тенденцию к снижению с 2011 по 2015 г, но с 2015 по 2020 гг. объем инвестиций вырос с 72170,599 до 85376,195 тыс. руб. Рост составил 31% за 5 лет. Инвестиции в г. Комсомольск-на-Амуре в течении периода 2011–2020 снижались с 20540,352 до 8070,005 тыс. руб.

Для оценки взаимосвязи между величинами сбросов сточных вод от крупнейших водопользователей города и численностью населения (фактор «урбанизации»), а также инвестициями в основной капитал, (фактор «модернизация производства») был проведен корреляционный анализ с использованием встроенных статистических функций и надстройки «Анализ данных» Microsoft Office Excel 2010.

Расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена при уровне значимости  $p = 0,05$ , показал, что между инвестициями в основной капитал и объемом сброса сточных вод в р. Амур наблюдается высокая прямая связь для г. Хабаровск ( $r = 0,797$ ) и заметная прямая связь для г. Комсомольск-на-Амур ( $r = 0,708$ ). Между изменением численности населения городов и объемом сбросов сточных вод в р. Амур наблюдается заметная прямая связь для г. Хабаровска ( $r = 0,661$ ) и умеренная прямая связь для г. Комсомольск-на-Амуре ( $r = 0,501$ ) (в этом городе происходит убыль населения).

## Заключение

Проведенные исследования влияния крупных городов Хабаровского края на качество воды в реке Амур показали, что с 2011 по 2020 годы сброс сточных вод в общем сократился с средним на 10%, главным обра-

зом за счет уменьшения сбросов крупнейшими водопользователями г. Комсомольск-на-Амуре. По сбросам с г. Хабаровск, напротив, наблюдается тенденция к росту сбросов с 2016 года на 7% так как происходит ежегодный прирост населения. Анализ данных гидрохимической сети Росгидромета с 2011–2020 гг. показал, что основными загрязняющими веществами, систематически превышавшими ПДК<sub>рыб.-хоз</sub> в бассейне реки Амур являются: ХПК, аммоний-ион, алюминий, железо общее, медь, марганец, цинк, АСПАВ. Наличие данных веществ в речной воде, обусловлено с одной стороны природным характером, с другой стороны, за счет неорганизованного стока с прибрежных территорий, поскольку глобального влияния городов на р. Амур не было обнаружено.

Эколого-экономический анализ показал, что развитие крупных городов Хабаровского края может привести к росту антропогенного влияния на бассейн реки Амур, увеличению сброса сточных вод и к изменениям гидрохимических показателей. Для разрыва связи между социально-экономическим ростом и антропогенным

воздействием на р. Амур со стороны крупных городов региона необходимо:

- ◆ внедрять инновационные ресурсосберегающие и малоотходные технологии на промышленных предприятиях Хабаровского края;
- ◆ внедрять системы интегрированного мониторинга водных ресурсов;
- ◆ своевременно осуществлять экологический мониторинг хозяйствующих субъектов;
- ◆ проводить технический аудит систем водного хозяйства городов и населенных пунктов в крае;
- ◆ разработать экономические рычаги для стимулирования хозяйствующих субъектов осуществлять целевые инвестиции в основной капитал на технологическую модернизацию производства с целью уменьшения сбросов неочищенных вод, а не на увеличение его масштабов за счет экстенсивных факторов.

Авторы выражают благодарность ФГБУ «Дальневосточное УГМС» за оказанную помощь и содействие в выполнении аналитической работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Природопользование Дальнего Востока России и Северо-Восточной Азии: потенциал интеграции и устойчивого развития / под ред. А.С. Шейнгауза. — Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2005. — 528 с.
2. Лазов А.В. Влияние трансграничного загрязнения р. Амур на водные биологические ресурсы / А.В. Лазов. — Хабаровск, 2007. — 268 с.
3. Подольский С.А., Симонов Е.А., Дарман Ю.А. Куда течет Амур? / Под редакцией к.г.н. С.А. Подольского. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF) — Россия, 2006. — 72 с.
4. Кондратьева Л.М., Фишер Н.К., Бардюк В.В. Биоиндикация трансграничного загрязнения реки Амур ароматическими углеводородами после техногенной аварии в Китае // Сибирский экологический журнал. — 2012. — № 2. — С. 245–252.
5. Современный статус водных биологических ресурсов бассейна реки Амур и задачи их изучения / Н.В. Колпаков, Д.В. Коцюк, В.И. Островский, Н.Н. Семенченко [и др.] // Известия ТИНРО. 2020. Том 200, вып. 3 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-status-vodnyh-biologicheskikh-resursov-basseyna-reki-amur-i-zadachi-ih-izucheniya> (обращения: 20.02.2022).
6. Никаноров А.М., Брызгалов В.А. Реки России. Часть IV. Реки Дальнего Востока (гидрохимия и гидроэкология): монография. — Ростов на Дону: «НОК», 2011. — 324 с. <https://minstr.khabkrai.ru/?menu=getfile&id=3272>
7. Фишер Н.К., Гаретова Л.А., Шестеркина Н.М., Кошельков А.М., Николаева Х.Н. Особенности качества воды реки Амур у г.Хабаровска в мае-июне 2019 года // Региональные проблемы. — 2019. — Т. 22, № 3. — С. 58–64. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-3-58-64.
8. Ивашинников Ю.К. Физическая география Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. — 324 с.
9. Наумов Ю.А. Об особенностях загрязнения поверхностных вод на территории Дальнего Востока России // Ойкумена. Регионоведческие исследования. — 2021. № 3. — С. 102–112. DOI: 10.24866/1998-6785/2021-3/102-112.
10. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Трансформация химического состава вод среднего Амура в зимнюю межень после трансграничного загрязнения 2005 года // География и природные ресурсы. — 2018. — № 1. — С. 52–58.
11. Чудаева В.А. Миграция химических элементов в водах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2002. — 391 с.

© Мищенко Ольга Алексеевна (004907@pnu.edu.ru),

Гладун Игорь Владимирович (006209@pnu.edu.ru), Ананьев Никита Андреевич (2017102192@pnu.edu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»