

МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ В г. КРАСНОЯРСКЕ

S.E. Badmaeva, Yu.A. Sokolova

THE MONITORING OF HYDROCHEMICAL CONDITION OF THE YENISEI RIVER IN KRASNOYARSK

**Бадмаева С.Э.** – д-р биол. наук, проф. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: 89135179789@mail.ru

**Соколова Ю.А.** – асп. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: 89135179789@mail.ru

**Badmaeva S.E.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: 89135179789@mail.ru

**Sokolova Yu.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: 89135179789@mail.ru

*В статье рассматривается экологическое состояние реки Енисей Красноярского края. Для различных типов водопотребления определены параметры требований по составу и содержанию веществ в воде. Деятельность человека является главным и крупным загрязнителем воды в реке. Антропогенное воздействие на реку обусловлено загрязняющими источниками, такими как сточные воды, биологические и химические загрязнители, попавшие в реку. Нагрузка на реку в границах города Красноярска обусловлена наличием крупных промышленных объектов. В статье приведен анализ содержания загрязняющих веществ в реке, таких как кислород, нитраты, железо, медь, цинк, сера, марганец, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, хлориды, никель, кадмий, алюминий, нефтепродукты. Для анализа вод были взяты пробы из створа в 2 км от города выше по течению реки. Представлен обзор и дана оценка по ионному составу воды, по жесткости, по уровню pH, по минерализации воды, по катионам. При анализе воды из реки был определен 3-й класс загрязненности воды. Представлены данные по содержанию веществ в воде, их количество, концентрация, воздействие на организм человека. Выявлено, что почти по всем загрязнителям обнаружено превышение предельно допустимых концентраций веществ. В результате можно сде-*

*лать выводы, что для снижения нагрузки на реку Енисей и качественного улучшения экологической обстановки необходимо увеличить контроль за качеством вод и за различными выбросами в реку.*

**Ключевые слова:** река Енисей, загрязняющие вещества, тяжелые металлы, предельно допустимые концентрации.

*In the study ecological condition of the Yenisei River of Krasnoyarsk Region is considered. For various types of water consumption parameters of requirements for structure and the content of substances in water are determined. The activity of the man is the main and large pollutant of water in the river. Anthropogenous impact on the river is caused by polluting sources such as sewage, biological and chemical pollutants entering the river. The load of the river in borders of the city of Krasnoyarsk is caused by the existence of large industrial facilities. In the study the analysis of the content of polluting substances in the river is provided, such as oxygen, nitrates, iron, copper, zinc, sulfur, manganese, BOD<sub>5</sub>, ammonium nitrogen, chlorides, nickel, cadmium, aluminum, oil products. For the analysis of waters the samples from an alignment in 2 km from the city above the watercourse were taken. The review is submitted and the assessment on ionic composition of water, rigidity, on pH level, water mineralization, cations is given. Water analysis de-*

*fined the 3rd class of river water impurity. The data on the content of substances in water, their quantity, concentration, impact on a human body are submitted. It revealed almost in all pollutants the excess of maximum permissible concentration of substances. As a result it is possible to draw the conclusion that for the decrease in load of the river Yenisei and high-quality improvement of an ecological situation it is necessary to increase control of quality of water and of various emissions in the river.*

**Keywords:** *the Yenisei River, polluting substances, heavy metals, maximum permissible concentration.*

**Введение.** За последние годы во многих регионах наблюдается ухудшение экологического состояния поверхностных вод. Увеличение антропогенной нагрузки, несанкционированные сбросы промышленных отходов в водоемы резко ухудшают гидрохимические показатели для всех видов водопользователей [1–4].

**Цель исследования.** Анализ качества воды реки Енисей по содержанию загрязняющих веществ.

**Объекты и методы исследования.** Объекты исследования – пробы воды р. Енисей в створе, находящемся в 2 км выше течения реки от города Красноярск. Анализ содержания загрязняющих веществ проводился путем отбора проб воды в течение 2014–2015 гг. Качество вод оценивалось по предельно допустимым концентрациям.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для различных нужд водопотребления предъявляются разные требования к химическому, физическому и бактериологическому составу. Вода расходуется на различные нужды человека, по объемам потребления воды можно выделить три основные категории водоснабжения: хозяйственно-питьевое; культурно-бытовое; производственное.

Качественные показатели воды зависят от многих факторов как антропогенного, так и природного характера [5]. К природным характеристикам относятся условия формирования поверхностных или подземных потоков. Наиболее значимым загрязнителем воды является деятельность человека [6]. Антропогенные загрязнения вод различны по объемам и степени

вредности для человека и экосистем. Источниками загрязнения могут быть:

- сточные воды различных отраслей промышленности;
- городские сточные воды;
- атмосферные осадки, с которыми поступают различные загрязнители антропогенного характера из воздуха и почв;
- биологические (органические), химические и физические загрязнения воды.

Река Енисей занимает 2-е место по длине среди рек России и Евразии (после Оби) и 7-е место среди рек мира. Для бассейна Енисея характерна резкая асимметричность: его правобережная часть в 5,6 раза обширнее левобережной.

Енисей – природная граница между Западной и Восточной Сибирью. Река Енисей самая многоводная, крупная и протяженная в Красноярском крае. Общая длина – 3 487 км, а общая площадь бассейна – 2 580 000 км<sup>2</sup>. Фазы гидрологического режима сглажены за счет расположения на реке Саяно-Шушенской и Красноярской ГЭС.

К антропогенным факторам формирования качественного состава воды р. Енисей в районе города можно отнести наличие промышленных объектов, таких как ООО «КрасКом», ООО «КраМЗ», ОАО «Русал», ОАО «Красноярский завод ЖБИ».

Приведены результаты исследований загрязненности реки Енисей Красноярского края за период 2014–2015 гг. Пробы воды на анализ были отобраны в створе, находящемся в 2 км выше течения реки от города. Содержание загрязняющих веществ в воде определялись по 14 ингредиентам: кислород, хлориды, сера, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, нитраты, железо, медь, цинк, никель, кадмий, алюминий, марганец, нефтепродукты.

Ионный состав воды реки Енисей характеризуется преобладанием гидрокарбонатных ионов (21,4–183,1 мг/дм<sup>3</sup>). Среди катионов преобладают ионы кальция (6,7–44,0 мг/дм<sup>3</sup>). Уровень pH варьируется от 7,8 до 8,1. Имеет нейтральную или слабощелочную реакцию среды. На всем протяжении реки вода по значению жесткости «мягкая». Величина цветности составляет 5–144,9 град Pt-Co шкалы. Качество воды относится к 3-му классу (загрязненная – очень загрязненная) [7].

Загрязненность воды р. Енисей металлами неоднородна и характеризуется как «устойчивая» для ионов меди, марганца, железа (превышение ПДК наблюдалось в более 30% проб) и как «неустойчивая» для ионов цинка, кадмия и алюминия (менее 30% превышений), по остальным же веществам загрязненность определялась как «единичная» и «неустойчивая».

Выявлено, что минерализация в р. Енисей в г. Красноярске составляет в среднем 137 мг/л при ПДК 1000 мг/л. Концентрация кислорода варьируется от 10,67 до 11,4 мг/л. Количество растворенного кислорода, необходимого для окисления бактериями загрязняющих веществ БПК<sub>5</sub>, равно в среднем за годы исследований 1,445 мгО<sub>2</sub>/л. Содержание хлоридов в среднем 1,17 мг/л.

Показатель серы имеет значения 8,04–8,27 мг/л. Азот аммонийный указывает на загрязнение, источниками которого являются хозяйственно-бытовые сточные воды, сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности, показатель азота в среднем со-

ставляет 0,042 мг/л (в пределах допустимых концентраций). Содержание нитратов в норме варьируется в пределах 0,084–0,089 мг/л. Загрязнение нефтепродуктами составляет в среднем 0,069 мг/л, превышает норму ПДК. В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, pH, ухудшается газообмен с атмосферой.

По содержанию загрязняющих веществ вода в реке Енисей является загрязненной и относится к 3-му классу (гидрокарбонатному). Взвешенные вещества включают в себя различные компоненты, такие как пыль, зола, сажа, дым, сульфаты, нитраты и другие твердые составляющие. Имеют как антропогенное, так и естественное происхождение [8]. Взвешенные вещества отнесены к «твердым», содержание их составило 7,93 мг/л в среднем за исследуемый период.

Гидрохимические показатели качества воды в р. Енисей в среднем за два года представлены в таблице.

**Гидрохимические показатели качества воды**

Загрязняющее вещество	Средняя концентрация вещества за 2014 г., мг/л	Средняя концентрация вещества за 2015 г., мг/л
Кислород	11,4	10,67
Хлориды	1,23	1,11
Сера	8,04	8,27
БПК <sub>5</sub>	1,57	1,32
Азот аммонийный	0,045	0,039
Нитраты	0,089	0,084
Железо	0,113	0,117
Медь	0,908	0,9
Цинк	5,82	4,97
Никель	0,667	0,7
Кадмий	0,183	0,176
Алюминий	12,6	11,9
Марганец	6,07	7,04
Нефтепродукты	0,064	0,075

В результате исследований были получены данные, характеризующие уровень загрязненности воды в реке тяжелыми металлами (железо, медь, цинк, никель, кадмий, алюминий, марганец). Содержание железа в воде варьируется от 0,113 до 0,117 мг/л и незначительно превышает показатель ПДК. Значительные количест-

ва железа поступают в реку со сточными водами предприятий.

Концентрация меди составляет 0,9 мг/л, находится в пределах допустимых показателей. Медь является необходимым элементом для всех высших растений и животных. Избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные орга-

низмы. Некоторые соединения меди могут быть токсичны при превышении ПДК в воде. Излишняя концентрация ионов меди придает воде отчетливый «металлический вкус».

Предельно допустимая концентрация цинка в воде не должна превышать 1 мг/л. В наших же исследованиях содержание цинка превышает ПДК в 5 раз и составляет в среднем 5,4 мг/л. Многие соединения цинка токсичны, прежде всего его сульфат и хлорид. Цинк попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами.

Содержание никеля в воде составляет 0,68 мг/л, что превышает норму ПДК. В воду никель попадает из почв и растительных и животных организмов при их распаде. Соединения никеля в реку поступают также со сточными водами. Повышенное его содержание оказывает действие на сердечно-сосудистую систему. Никель принадлежит к числу канцерогенных элементов. Он способен вызывать респираторные заболевания. Считается, что свободные ионы никеля ( $Ni^{2+}$ ) примерно в 2 раза более токсичны, чем его комплексные соединения. Лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический.

При проведении исследования было выявлено значительное превышение содержания кадмия в воде – 0,18 мг/л (при ПДК 0,001 мг/л). Лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический. В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных его накапливать. Основное загрязнение происходит через антропогенное воздействие. В повышенных концентрациях кадмий токсичен, особенно в сочетании с другими токсичными веществами.

В результате исследований содержание алюминия варьируется в значениях 11,9–12,6 мг/л, что является превышением предельно допустимой концентрации вещества (ПДК алюминия составляет 0,5 мг/л). Алюминий попадает в природные воды естественным путем при частичном растворении глин и алюмосиликатов, а также в результате вредных выбросов отдельных производств (электротехническое, строительство, оптика), с атмосферными осадками или сточными водами. Присутствие в воде

алюминия в концентрациях, превышающих 0,2 мг/л, способно вызвать выпадение в осадок хлопьев гидрохлорида алюминия, а также изменение цветности воды.

Содержание марганца составило 6,5 мг/л, что превысило норму ПДК. К антропогенным источникам марганца можно отнести удобрения и пестициды, содержащие в себе это вещество. Опасность марганца заключается в его не до конца изученных свойствах и сложностях с его нахождением в воде. Небольшие концентрации этого вещества не вредны для организма, но постоянное накопление может нанести ущерб. Именно поэтому допустимые нормы содержания марганца жестко контролируются.

### Выводы

1. Главным источником загрязнения воды в р. Енисей является антропогенный фактор.
2. В результате исследований выявлено превышение ПДК практически по всем тяжелым металлам. По анализу проб вода в реке по нормативам считается загрязненной.
3. Для снижения нагрузки на реку Енисей необходимы контроль за качеством вод и улучшение экологического состояния в целом.

### Литература

1. Бадмаева С.Э. Оценка водоисточников для ирригации по экологическим показателям // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 11. – С. 129–130.
2. Бадмаева С.Э., Макушкин К.В. Оценка качества ирригационной воды Есаульской ОС Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 2. – С. 86–91.
3. Бадмаева С.Э., Макушкин К.В. Эколого-мелиоративная оценка поверхностных вод Красноярского края // Экология России: на пути к инновациям. – Астрахань, 2013. – С. 18–21.
4. Бадмаева С.Э., Бадмаева Ю.В. Гидрохимический анализ воды р. Енисей для целей ирригации // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 109–113.
5. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: учеб. для вузов. – М.: Дрофа, 2005. – 622 с.

6. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
7. Отчет ФГБУ Среднесибирского УГМС за 2014–2015 гг. – Красноярск, 2015. – 382 с.
8. Сандимиров С.С. Современное гидрохимическое состояние озерно-речной системы р. Пасвик // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – С. 88–98.
3. Badmaeva S.Je., Makushkin K.V. Jekologo-meliorativnaja ocenka poverhnostnyh vod Krasnojarskogo kraja // Jekologija Rossii: na puti k innovacijam. – Astrahan', 2013. – S. 18–21.
4. Badmaeva S.Je., Badmaeva Ju.V. Gidrohimicheskij analiz vody r. Enisej dlja celej irrigacii // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 7. – S. 109–113.
5. Nikolajkin N.I., Nikolajkina N.E., Melehova O.P. Jekologija: ucheb. dlja vuzov. – M.: Drofa, 2005. – 622 s.
6. Odum Ju. Osnovy jekologii. – M.: Mir, 1975. – 740 s.
7. Otchet FGBU Srednesibirskogo UGMS za 2014–2015 gg. – Krasnojarsk, 2015. – 382 s.
8. Sandimirov S.S. Sovremennoe gidrohimicheskoe sostojanie ozerno-rečnoj sistemy r. Pasvik // Trudy Kol'skogo nauchnogo centra RAN. – 2012. – S. 88–98.

#### Literatura

1. Badmaeva S.Je. Ocenka vodoistochnikov dlja irrigacii po jekologicheskim pokazateljam // Vestnik KrasGAU. – 2006. – № 11. – S. 129–130.
2. Badmaeva S.Je., Makushkin K.V. Ocenka kachestva irrigacionnoj vody Esaul'skoj OS Krasnojarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 2. – S. 86–91.

УДК 502.4(571.122):574.5:54

Ю.А. Мурашко, И.В. Кравченко

#### СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОСОКЕ ВОДЯНОЙ (*CAREX AQUATILIS* WAHLENB.) ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Yu.A. Murashko, I.V. Kravchenko

#### THE CONTENT OF HEAVY METALS IN *CAREX AQUATILIS* WAHLENB. OF COASTAL WATER BIOCENOSSES OF NATURAL PARK "NUMTO"

**Мурашко Ю.А.** – канд. хим. наук, вед. науч. сотр., зав. Научной лабораторией биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИ экологии Севера Сургутского государственного университета, г. Сургут. E-mail: murashko.yu@mail.ru

**Кравченко И.В.** – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. Научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИ экологии Севера Сургутского государственного университета, г. Сургут. E-mail: kravinessa@mail.ru

**Murashko Yu.A.** – Cand. Chem. Sci., Leading Staff Scientist, Head, Scientific Laboratory of Biochemistry and Complex Monitoring of Environment, Research Institute of Ecology of the North, Surgut State University, Surgut. E-mail: murashko.yu@mail.ru

**Kravchenko I.V.** – Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Research Laboratory of Biochemistry and Complex Monitoring of Environment, Research Institute of Ecology of the North, Surgut State University, Surgut. E-mail: kravinessa@mail.ru

Интерес к исследованию содержания тяжелых металлов в зеленой массе растений обусловлен значительной ролью этих элементов в естественных процессах метаболизма рас-

тений. В статье представлены результаты исследования количественного содержания тяжелых металлов (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) в пробах воды реки Казым, пойменных и