

**ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
ГОРОДА ГРОЗНОГО И РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НАСЕЛЕНИЯ**

© 2016 А.А. Атаева¹, Ж.С. Абубакарова¹, Л.Ш.Махмудова¹, Е.И.Тихомирова³,
Т.В. Анохина³, М.М. Вакараева²

¹ Чеченский государственный нефтяной технический университет
имени академика М.Д. Миллионщикова, г. Грозный

² Чеченский государственный университет, г. Грозный

³ Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Статья поступила в редакцию 14.11.2016

В работе представлены данные исследования проб воды в местах водозабора г. Грозного (Гойты, Сунженский и Чернореченский) общепринятыми методами тестирования на лабораторных животных. Приведены результаты хронического токсикологического эксперимента с использованием тестов, интегрально отражающих функциональное состояние организма животных. Отдаленные и специфические эффекты действия (гонадо-, эмбриотоксический, мутагенный) изучены в отношении комплекса солей металлов, присутствующих в питьевой воде до и после водоподготовки. Впервые рассчитаны экологические риски и ущерб здоровью населения г. Грозного.

Ключевые слова: водоподготовка, биотестирование, экотоксиканты, токсикологическая оценка, лабораторные животные, тесты оценки здоровья

Оценка качества питьевой воды является наиболее приоритетной среди вопросов, решаемых на государственном уровне [1-2]. Проблема обеспеченности населения г. Грозного качественной питьевой водой является особенно актуальной и связана с изменением природных свойств воды основных источников водоснабжения (Гойтинского, Сунженского и Чернореченского) под действием антропогенных факторов [3]. На настоящий момент являются также актуальными комплексные экологические исследования веществ, относящихся к приоритетным классам контаминации окружающей среды на примере тяжелых металлов (ТМ), присутствующие в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения. По оценке ЮНЕП (2005) ТМ являются одними из наиболее опасных ксенобиотиков окружающей среды [2].

Атаева Аминат Ахмедовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Химическая технология нефти и газа». E-mail: ataeva_atina@mail.ru

Абубакарова Жарадат Сулеймановна, старший преподаватель

Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Химическая технология нефти и газа». E-mail: mls66@mail.ru

Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии. E-mail: tichomirova_ei@mail.ru

Анохина Татьяна Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены медико-профилактического факультета. E-mail: anohina_tv@mail.ru.

Вакараева Малика Мовсаровна, кандидат биологических наук, ассистент. E-mail: mvakaraeva@mail.ru

Ранее нами было проведено исследование микроэлементного состава вод в местах водозабора г. Грозного до и после водоподготовки методом масс-спектрометрии [4]. Выявлено качественное и количественное содержание в пробах воды изотопов химических элементов, в том числе и ТМ. Проведенный анализ показал, что все анализируемые воды имеют в своем составе достаточно весомое количество таких «элементов жесткости» как кальций и магний, причем соотношение этих элементов очень благоприятное для питьевых целей. Отмечено присутствие в достаточном количестве биогенных элементов, необходимых макроорганизму в составе жизненно важных ферментов и участвующих в обменных процессах (К, Р, Fe, Cu и др.). Установлена специфика загрязнения питьевых вод г. Грозного комплексом солей металлов, представленного преимущественно солями никеля, цинка и лития, в сочетании с галогенами.

Доказано, что традиционная обработка воды в процессе водоподготовки практически не влияет на ее минеральный состав, но значительно увеличивает содержание хлоридов в специфическом комплексе солей металлов. Это, в свою очередь, может влиять на состояние жизненно важных систем и органов человека и животных. Методами биотестирования на гидробионтах (*Daphnia magna* Straus) была доказана хроническая токсичность воды до и после водоподготовки [3].

Цель работы: проведение экотоксикологической оценки качества питьевой воды г. Грозного и расчет экологических рисков населения.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнены на базе НИЦКП «Нанотехнологии и наноматериалы» ГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова и испытательной аккредитованной лаборатории «ЭкоОС» СГТУ имени Гагарина Ю.А. В качестве **объекта исследований** использовали воду из разных источников питьевого водоснабжения г. Грозного: Гойты, Сунженский и Чернореченский до и после водоподготовки. Исследовали также дистиллированную и артезианскую воду в качестве контроля. В экспериментальных исследованиях использовали пробы воды с добавлением комплекса солей металлов (КСМ) – химически чистых веществ: сульфатов и хлоридов лития, никеля, цинка и их комбинации. Комплексные экотоксикологические исследования проводили в соответствии с методическими указаниями МУ 2.1.5.720-98 [5].

Для изучения характера токсического действия воды на организм животных был проведен 60-дневный санитарно-токсикологический эксперимент. Исследования проводили на белых крысах, разделенных на 7 групп по 8 животных в каждой: 1-я группа контрольная (крысы получали артезианскую воду); 2-я, 3-я и 4-я опытные группы (крысы получали воду из разных водозаборов г. Грозного); 5-я, 6-я и 7-я опытные группы (крысы получали воду из тех же водозаборов, но после водоподготовки). Изучаемые пробы воды вводили перорально с помощью металлического зонда. Объем жидкости определялся массой животных и не превышал 5 мл.

Оценку состояния здоровья животных производили с использованием тестов, интегрально отражающих функциональное состояние организма: поведение, общее состояние животных, динамика массы тела, содержание витамина С во внутренних органах, суммационно-пороговый показатель (СПП), коэффициенты массы внутренних органов. Определяли также следующие показатели крови: количество эритроцитов, уровня Hb; активности ферментов холинэстеразы каталазы по методу Баха и Зубковой [6], белково-образующей функции печени [5]. Показатели регистрировали на 15, 35, 45 и 60 дни опыта; осуществлялся двойной контроль: данные сопоставляли с показателями фона и контрольной группы. Отдаленные и специфические эффекты действия (гонадо-, эмбриотоксический, мутагенный) солей ТМ и воды, содержащей комплекс этих солей, изучали в соответствии с методическими указаниями [6-8], а также с рекомендациями И.В. Санюцкого, В.Н. Фоменко [9], А.А. Динермана [10]. Статистическую обработку

экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [11]. Расчет результатов осуществляли с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0, Microsoft Excel 2003 (for Windows XP).

Полученные результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что специфический комплекс солей ТМ и лития, содержащихся в питьевой воде из разных водозаборов г. Грозного, оказывает токсическое влияние на экспериментальных белых крыс: угнетает динамику массы тела, активность ферментных систем, белковый обмен, деятельность сердечно-сосудистой системы, снижает содержание витамина С в организме экспериментальных животных (рис. 1).

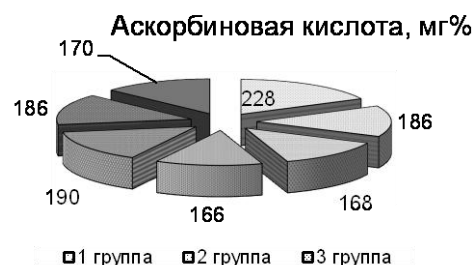


Рис. 1. Содержание витамина С в надпочечниках экспериментальных животных

Установлены отдаленные биологические эффекты действия комплекса солей ТМ и лития, содержащихся в питьевой воде: гонадо-, эмбриотоксический и мутагенный. Анализ эмбрионального материала показал увеличение общей смертности плодов за счет гибели в пред- и постимплантационный периоды у животных, получавших воду с СТМ на 28-33% по сравнению с контролем. Отмечены были также анатомические изменения: меньшие размеры и масса тела, увеличение подкожных геморрагий, единичные случаи уродств. Анализ хромосомных aberrаций на стадии метафазы в клетках костного мозга крыс, которые ежедневно в течение 2 месяцев получали воду с комплексом солей ТМ и лития, показал повреждения хромосом, представленные в основном aberrациями хроматидного типа с преимущественной локализацией разрывов в терминальных участках.

Был произведен расчет экологических рисков населения г. Грозного, обусловленных употреблением питьевой воды, содержащей комплекс солей ТМ. С помощью компьютерной программы «Чистая вода», разработанной научно-производственным объединением «ПОТОК» г. Санкт-Петербург, была выполнена оценка соответствия питьевой воды по контролируемым показателям и произведена оценка риска нарушения функционирования органов и систем человека

при употреблении воды, прошедшей водоподготовку. Результаты расчета показали определенное уменьшение риска неблагоприятных органолептических эффектов при потреблении питьевой воды, как немедленного действия, так и хронической интоксикации относительно природной воды в районах водозабора. Значимую часть в данную величину, наряду с такими показателями для водозабора, как фенолы, нефтепродукты и железо, вносят СТМ; для питьевой воды – железо и СТМ. С другой стороны, после процесса водоподготовки отмечено увеличение риска канцерогенных эффектов, основной вклад в который вносят хлориды ТМ и лития.

Показано, что современное состояние потребляемой населением г. Грозного питьевой воды, приводит к ухудшению его здоровья и, как следствие, сокращению продолжительности жизни (табл. 1). Установлено, что наибольшее сокращение продолжительности жизни определяется факторами, формирующими канцерогенные эффекты, величина которых определяется содержанием хлоридов лития, цинка и никеля. Полученные величины рисков попадают в область недопустимого риска ($10^{-2} \dots 10^{-4}$) и определяют необходимость проведения мероприятий, связанных с совершенствованием системы водоподготовки независимо от масштабов финансовых расходов.

Таблица 1. Продолжительность жизни и экологические риски здоровья населения г. Грозного

№	Наименование риска (R, доли отн. ед)		LLE=LxR	
			мужчины	женщины
1	Средняя продолжительность жизни		56,2	70,3
2	Средний возраст населения, год		36,8	43,24
3	Ожидаемый остаток жизни L, год		22,5	29,24
4	Риск развития неблагоприятных органолептических эффектов (не-медленного действия)*	0,001	Показатель, характеризующий возникновение неустойчивых отрицательных реакций организма на потребленную питьевую воду; которые в большинстве случаев не приводят к сокращению продолжительности жизни.	
		LLE	0,02	0,03
5	Риск развития неблагоприятных органолептических эффектов (хроническая интоксикация)*	0,005	Показатель, характеризующий возникновение устойчивых отрицательных реакций организма на потребленную питьевую воду.	
		LLE	0,11	0,14
6	Риск канцерогенных эффектов*	0,218	Показатель, характеризующий возникновение мутагенных и канцерогенных эффектов в организме человека	
		LLE	4,9	6,37
7	Риск общетоксический (развитие хронической интоксикации)	0,119	Показатель, характеризующий развитие у человека заболеваний мочеполовой, пищеварительной, эндокринной систем и др.	
		LLE	2,67	3,47
Сокращение ожидаемой продолжительности жизни ΣLLE , год			6,7	8
Расчет ущерба здоровью населения по статистической стоимости жизни				
Ущерб от СПЖ, выраженный в денежном эквиваленте, €/чел			34691,5	36749,6
У, млрд, €			9,7	

В экологической практике применяется экономическая оценка воздействия окружающей среды на здоровье населения, которая складывается из стоимости жизни и суммы плат на восстановление здоровья. Нами был рассчитан ущерб (У) здоровью населения г. Грозного от потребления питьевой воды, прошедшей традиционную подготовку, по статистической стоимости жизни (см. табл. 1). Показано, что современное состояние потребляемой населением г. Грозного питьевой воды приводит к ухудшению его здоровья и, как

следствие, сокращению продолжительности жизни (мужчины – на 6,7 лет, женщины – 8 лет). Величина риска здоровья населения г. Грозного от употребления питьевой воды, весомый вклад в которую вносит комплекс солей ТМ, попадает в «область недопустимого риска» ($10^{-2} \dots 10^{-4}$).

Выводы: проведенные исследования показали, что комплекс солей ТМ и лития, содержащихся в питьевой воде из разных водозаборов г. Грозного, особенно образующихся в процессе хлорирования воды, небезразлично для организма

экспериментальных животных, оказывает хроническое токсическое влияние на функционирование ряда жизненно важных систем, а также вызывает отдаленные биологические эффекты действия: гонадо-, эмбриотоксический и мутагенный. Величина риска здоровья населения г.Грозного от употребления питьевой воды, весомый вклад в которую вносит комплекс солей ТМ, попадает в «область недопустимого риска» ($10^{-2} \dots 10^{-4}$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Онищенко, Г.Г. Приоритетная задача национальной безопасности // Экология и жизнь. 2010. № 7. С. 82-83.
2. Онищенко, Г.Г. Проблемы качества питьевой воды в Российской Федерации и пути их решения // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 12. С. 5-8.
3. Атаева, А.А. Оценка экотоксичности комплекса солей тяжелых металлов питьевой воды города Грозного: Автореф. дис. ... к.б.н. – Ростов-на-Дону. 2010. 24 с.
4. Атаева, А.А. Исследование микроэлементного состава воды источников питьевого водоснабжения г. Грозного / А.А. Атаева, Е.И. Тухомирова // Естественные и технические науки. 2009. № 6. С. 86-91.
5. Методические указания к экспериментальному изучению химических веществ при их гигиеническом регламентировании в воде – М.: Минздрав СССР, 1985. 24 с.
6. Методические указания по изучению гонадотоксического действия химических веществ при гигиеническом нормировании в воде водоемов. – М.: Минздрав СССР, 1981. 22 с.
7. Методические указания по изучению эмбриотоксического действия химических веществ при гигиеническом обосновании их ПДК в воде водных объектов. – М.: Минздрав СССР, 1984. 27 с.
8. Методические указания по изучению мутагенной активности химических веществ при обосновании их ПДК в воде. – М.: Минздрав СССР, 1986. 25 с.
9. Саноцкий, И.В. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм / И.В. Саноцкий, В.Н. Фоменко. – М.: Медицина, 1979. 232 с.
10. Динерман, А.А. Роль загрязнителей окружающей среды в нарушении эмбрионального развития. – М.: Медицина, 1980. 192 с.
11. Ашмарин, И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов / И.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. 77 с.

ECOTOXICOLOGICAL EVALUATION OF DRINKING WATER IN GROZNY CITY AND CALCULATION THE ECOLOGICAL RISKS OF THE POPULATION

© 2016 А.А. Atayeva¹, Zh.S. Abubakarova¹, L.Sh.Makhmudova¹, E.I.Tikhomirova³,
T.V. Anokhina³, M.M. Vakarayeva²

¹Chechen State Oil Technical University named after acad. M.D. Millionshchikov, Grozny

²Chechen State University, Grozny

³Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.

In work the researches of water tests in places of water intake in Grozny city (Goyta, Sunzha and Chernorechenskiy) by the standard methods of testing for laboratory animals are presented. Results of chronic toxicological experiment with use of the tests which are integrally reflecting the functional condition of animals organism are given. The remote and specific effects of action (gonado-, embriotoxic, mutagenic) concerning a complex of heavy metals salts which are present at drinking water before water treatment are studied. Ecological risks and damage to health of the population of Grozny are for the first time calculated.

Key words: water treatment, biotesting, ecotoxicant, toxicological evaluation, laboratory animals, tests of health evaluation

Aminat Ataeva, Candidate of Biology, Associate Professor
at the Department "Chemical Technology of Oil and Gas".

E-mail: ataeva_amina@mail.ru

Zharadat Abubakarova, Senior Teacher

Lyubov Makhmudova, Doctor of Technical Sciences,

Professor at the Department "Chemical Technology of Oil
and Gas". E-mail: mls66@mail.ru

Elena Tikhomirova, Doctor of Biology, Professor, Head of
the Ecology Department. E-mail: tikhomirova_ei@mail.ru

Tatiana Anokhina, Candidate of Medicine, Associate
Professor at the Hygiene Department at Medical-Preventive
Faculty. E-mail: anokhina_tv@mail.ru

Malika Vakaraeva, Candidate of Biology, Assistant. E-mail:
mvakaraeva@mail.ru