

УДК [613.31:578](470.11)

## ОСОБЕННОСТИ ВИРУСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2016 г. <sup>1</sup>И. И. Бобун, <sup>2</sup>Р. В. Бузинов, <sup>3</sup>Л. А. Шишко, <sup>3</sup>В. П. Болтенков,  
<sup>4</sup>Б. А. Моргунов, <sup>1</sup>А. Б. Гудков

<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, <sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Архангельской области, <sup>3</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области», г. Архангельск;

<sup>4</sup>Институт экономики природопользования и экологической политики НИУ ВШЭ, г. Москва

Цель работы – проанализировать динамику вирусного загрязнения питьевой воды в Архангельской области для разработки предложений по улучшению состояния водоснабжения населения. Для выявления наличия маркеров вирусного загрязнения в воде лабораторией Центра гигиены и эпидемиологии в Архангельской области с 2006 по 2014 год различными методами выполнены вирусологические исследования проб воды. Вирусологическим методом и методом иммуноферментного анализа (ИФА) было исследовано 934 пробы питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) – 617 проб. Факт наличия энтеровирусов и их генетического материала в пробах питьевой воды лабораторно подтвержден в 2008, 2010 и 2014 годах. Причем удельный вес проб с положительным результатом исследований на энтеровирусы методом ПЦР составил в 2008 году 4,5 %, 2010-м – 7,4 %, 2014 – 1,6 %. При исследовании вирусологическим методом положительный результат был получен в 2010 году – выделены 3 штамма энтеровирусов Коксаки В5 (2,4 %) и в 2014 году выделен 1 штамм энтеровирусов Коксаки В3 (0,5 %). Результаты исследований проб воды методом ИФА с целью выявления антигенов вируса гепатита А и ротавирусов свидетельствуют о ежегодно регистрируемых фактах наличия маркеров данных возбудителей в водопроводной воде. Так, за указанные годы удельный вес проб, содержащих группоспецифические антигены ротавирусов, составил 1,3 %, содержащих антиген вируса гепатита А – 0,5 %. В пробах воды ежегодно выявляются ДНК/РНК микроорганизмов: *Salmonella* spp., ротавирусов группы А, норовирусов 2 генотипа, астровирусов, аденовирусов группы F. В структуре выявленных ДНК/РНК возбудителей преобладают ротавирусы группы А (57,4 %) и аденовирусы группы F (24,1 %). Предложены рекомендации по решению проблем улучшения водной ситуации для обеспечения населения области доброкачественной питьевой водой.

**Ключевые слова:** питьевая вода, вирусное загрязнение, предложения по улучшению водной ситуации, Архангельская область

## FEATURES OF VIRAL CONTAMINATION OF DRINKING WATER IN ARKHANGELSK REGION

<sup>1</sup>I. I. Bobun, <sup>2</sup>R. V. Buzinov, <sup>3</sup>L. A. Shishko, <sup>3</sup>V. P. Boltentkov, <sup>4</sup>B. A. Morgunov, <sup>1</sup>A. B. Gudkov

<sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk; <sup>2</sup>Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Arkhangelsk Region; <sup>3</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in Arkhangelsk Region, Russia;

<sup>4</sup>Institute of Natural Resource Economics and Environmental Policy, National Research University – Higher School of Economics, Moscow

Goal of study: to carry out an analysis of drinking water viral contamination dynamics in the Arkhangelsk region for development of proposals improving water supply of the population. In order to reveal markers of viral contamination in water, there have been carried out examinations of water samples by a laboratory in the Center for Hygiene and Epidemiology in the Arkhangelsk Region from 2006 to 2014 with use of different methods. With use of the virological method and the method of enzyme immunoassay (EIA), there were examined 934 drinking water samples from the public drinking water supply system, and with use of the method of polymerase chain reaction (PCR) - 617 water samples. Presence of enteroviruses and their genetic material in drinking water samples was confirmed in the laboratory in 2008, 2010 and 2014. In what connection, the proportion of samples with positive research results for enteroviruses with use of the PCR method was in 2008 - 4.5 %, in 2010 - 7.4 %, in 2014 - 1.6 %. In the analysis with use of the virological method, a positive result was received in 2010 - there were isolated 3 strains of Coxsackie enteroviruses B5 (2.4 %) and in 2014 - there was isolated 1 strain of Coxsackie enteroviruses B3 (0.5 %). The results of the analysis of water samples carried out with use of the EIA method with the goal to reveal hepatitis A virus and rotaviruses antigens have shown annually registered facts of presence of markers of these causative agents in piped water. Thus in the mentioned years, the proportion of samples containing group-specific antigens of rotaviruses was 1.3 %, hepatitis A virus antigen - 0.5 %. Annually in water samples, there are detected DNA/RNA of the following microorganisms: *Salmonella* spp., rotaviruses of A group, Noroviruses of 2 genotype, astroviruses, adenoviruses of F group. In the structure of the detected DNA/RNA of the causative agents, there prevail rotaviruses of A group (57.4 %) and adenoviruses of F group (24.1 %). There have been proposed recommendations for solution of problems of water situation improvement for supply of good drinking water to the Arkhangelsk region population.

**Keywords:** Arkhangelsk region, drinking water, viral contamination, proposals for water situation improvement

### Библиографическая ссылка:

Бобун И. И., Бузинов Р. В., Шишко Л. А., Болтенков В. П., Гудков А. Б. Особенности вирусного загрязнения питьевой воды в Архангельской области // Экология человека. 2016. № 2. С. 3–7.

Bobun I. I., Buzinov R. V., Shishko L. A., Boltentkov V. P., Gudkov A. B. Features of Viral Contamination of Drinking Water in Arkhangelsk Region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 2, pp. 3-7.

Гигиеническая безопасность централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в России, как и во всех странах мира, остается ори-

ентированной на острые медицинские последствия, главным образом на потенциальную опасность воды, обусловленную её микробным загрязнением [7, 11].

Микробиологическое загрязнение питьевой воды всегда будет актуальной проблемой гигиены и эпидемиологии, поскольку в качестве источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения абсолютного большинства средних и крупных городов используют главным образом загрязненные поверхностные воды [10, 12]. Поэтому на смену одним болезням «водной этиологии» (холера, брюшной тиф, дизентерия) в силу ряда биологических и социальных обстоятельств приходят другие – вирусные и паразитарные инфекции (гепатит А, серозные менингиты, лямблиоз и др.) [10, 11].

Питьевая вода всегда потенциально опасна в эпидемическом отношении [5, 14]. Обеспечение населения хозяйственно-питьевой водой, безопасной в микробиологическом и вирусологическом отношении, позволяет снизить вероятность распространения болезней водным путём и, что особенно важно, избежать одновременного заражения большого числа людей [2, 7, 10, 11].

Цель работы – провести анализ динамики вирусного загрязнения питьевой воды в Архангельской области для разработки предложений по улучшению состояния водоснабжения населения и создания благоприятной среды обитания в регионе.

#### Методы

Для выявления наличия маркеров вирусного загрязнения в воде проведена оценка результатов вирусологических исследований проб воды, которые осуществлялись вирусологической лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» с 2006 по 2014 год различными методами в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» и МУК 4.2.2746-10 «Порядок применения молекулярно-генетических методов при обследовании очагов острых кишечных инфекций с групповой заболеваемостью». Вирусологическим методом и методом иммуноферментного анализа (ИФА) было исследовано 934 пробы питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) – 617 проб.

#### Результаты

Результаты вирусологических исследований показали, что в водопроводной воде обнаруживаются антигены вируса гепатита А (ВГА), энтеровирусов (ЭВИ) и ротавирусов, причем наблюдается рост числа проб воды, содержащих генетический материал возбудителей (табл. 1).

По данным табл. 1, факт наличия ЭВИ и их генетического материала (РНК ЭВИ) в пробах питьевой воды лабораторно подтвержден в 2008, 2010 и 2014 годах. Причем удельный вес проб с положительным результатом исследований на энтеровирусы методом ПЦР составил в 2008 году почти 5 %, в 2010-м –

Таблица 1

Результаты исследования проб водопроводной воды на энтеровирусы, антигены ротавирусов и вируса гепатита А за 2006–2014 годы

Результат		Метод исследования			
		Вирусологический (ЭВ)	ПЦР (РНК ЭВИ)	ИФА (антиген ротавирусов)	ИФА (антиген ВГА)
2006	Всего исслед.	62	20	62	62
	+ результат, абс.	–	–	3	–
	%	–	–	4,8	–
2007	Всего исслед.	83	20	83	83
	+ результат, абс.	–	–	1	–
	%	–	–	1,2	–
2008	Всего исслед.	70	22	70	70
	+ результат, абс.	–	1	1	–
	%	–	4,5	1,4	–
2009	Всего исслед.	93	36	93	93
	+ результат, абс.	–	–	3	–
	%	–	–	3,2	–
2010	Всего исслед.	126	54	126	126
	+ результат, абс.	3	4	3	1
	%	2,4	7,4	2,4	0,8
2011	Всего исслед.	93	58	93	93
	+ результат, абс.	–	–	–	3
	%	–	–	–	3,2
2012	Всего исслед.	102	102	102	102
	+ результат, абс.	–	–	2	–
	%	–	–	1,96	–
2013	Всего исслед.	121	121	121	121
	+ результат, абс.	–	–	2	–
	%	–	–	1,7	–
2014	Всего исслед.	184	184	184	184
	+ результат, абс.	1	3	–	1
	%	0,5	1,6	–	0,5
Всего	Всего исслед.	934	617	934	934
	+ результат, абс.	4	8	12	5
	%	0,4	1,3	1,3	0,5

более 7 %, а в 2014 — около 2 %. При исследовании вирусологическим методом положительный результат был получен в 2010 году — выделены 3 штамма энтеровирусов Коксаки В5 (2,4 %) и в 2014 году выделен 1 штамм энтеровирусов Коксаки В3 (0,5 %).

Результаты исследований проб воды, проведенных методом ИФА, с целью выявления антигенов вируса гепатита А и ротавирусов, свидетельствуют о ежегодно регистрируемых фактах наличия маркеров данных возбудителей в водопроводной воде. Так, за указанные годы удельный вес проб, содержащих группоспецифических антигенов ротавирусов, составил 1,3 %, содержащих антиген вируса гепатита А — 0,5 %.

В соответствии с требованиями МУК 4.2.2746-10, методом ПЦР были исследованы пробы питьевой водопроводной воды (за 2010—2014 гг.) на наличие ДНК/РНК возбудителей острых кишечных инфекций (ОКИ) бактериальной и вирусной этиологии: *Shigella* spp., энтероинвазивных *E.coli* (EIEC) *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., ротавирусов группы А, норовирусов 2 генотипа, астровирусов, аденовирусов группы F (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты молекулярно-генетических исследований водопроводной воды на наличие возбудителей острых кишечных инфекций за 2010—2014 годы**

Год	Всего исследовано проб, абс.	В т. ч. с обнаружением ДНК/РНК		Возбудители ОКИ
		абс.	%	
2010	25	10	40,0	Ротавирусы -1 Аденовирус -9
2011	33	2	6,1	Ротавирусы-2
2012	100	9	9,0	Ротавирусы-4 Аденовирусы-2 Норовирусы-1 Астровирусы-1 Сальмонеллы-1
2013	118	14	11,9	Ротавирусы-8 Норовирусы-3 Аденовирусы-2 Астровирусы-1
2014	184	19	10,3	Ротавирусы-16 Норовирусы-1 Астровирусы-1 Сальмонеллы-1
Всего	460	54	11,7	Ротавирусы-31 Аденовирусы-13 Норовирусы-5 Астровирусы-3 Сальмонеллы-2

По данным табл. 2, в пробах воды ежегодно выявляются ДНК/РНК микроорганизмов: *Salmonella* spp., ротавирусов группы А, норовирусов 2 генотипа, астровирусов, аденовирусов группы F. В структуре выявленных ДНК/РНК возбудителей преобладают ротавирусы группы А (57,4 %) и аденовирусы группы F (24,1 %).

### Обсуждение результатов

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что в большинстве российских регионов качество воды источников водоснабжения и водопроводной

питьевой воды вызывает обоснованную тревогу [4, 10]. Практически все источники водоснабжения в России подвергаются антропогенному и техногенному воздействию разной интенсивности. Но наиболее сильно поверхностные воды загрязнены в бассейнах Волги, Дона, Иртыша, Невы, Тобола, Томи, Северной Двины и ряда других рек [4].

Известно, что состояние источников водоснабжения напрямую связано с качеством питьевой воды, подаваемой населению. Причем влияние водных ресурсов на условия жизни и здоровье населения определяется климатическими условиями региона, санитарным благоустройством населенных мест, степенью обеспечения достаточного и безопасного хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, водным режимом поверхностных источников, техническим состоянием оборудования и сетей водоочистных сооружений (ВОС) [2, 5, 10].

Доказано, что длительное употребление питьевой воды с высоким уровнем микробного (вирусного) загрязнения водной среды ведет к росту инфекционных болезней среди взрослого и детского населения регионов, потребляющих недоброкачественную воду [3, 5], а нарушение гигиенических нормативов по химическим компонентам увеличивает риск заболеваний органов кровообращения, пищеварения, эндокринной системы и мочевыводящих путей [2, 17].

Полученные данные вирусологических исследований проб водопроводной воды в г. Архангельске указывают на то, что вирусное загрязнение воды создает потенциальный риск распространения заболеваний населения кишечными инфекциями, прежде всего ОКИ и ВГА, водным путем [5, 7].

Проблема техногенного воздействия на окружающую среду, в том числе и на водоисточники, особенно актуальна для северных территорий в связи с тем, что степень «самоочищения» природной среды значительно уменьшена [1, 13], снижены резервы отдельного организма и популяции в целом [6, 8, 9, 16].

Следует подчеркнуть, что для водного фактора характерно значительное изменение качества воды в цепочке «источник — водоподготовка — сеть», а также большое разнообразие вредных веществ и микроорганизмов, одновременно воздействующих на состояние здоровья населения, обусловленное составом природных вод, сильной зависимостью качества от соблюдения промышленных технологий, одновременным присутствием химических веществ и микроорганизмов в воздухе, воде и пище [12, 15, 18].

Существующие проблемы с водоснабжением в Архангельской области обусловлены ростом водопотребления, качественными изменениями водоисточников, подвергающихся неконтролируемому антропогенному воздействию, неадекватностью применяемых способов водоподготовки в отношении наиболее устойчивых представителей бактериальной микрофлоры и вирусной инфекции, отсутствием оценки эффективности используемых технологий водоочистки.

Правительство Архангельской области, понимая всю серьёзность сложившейся ситуации, уделяет особое внимание вопросам реализации проектов в сфере водопроводно-канализационного хозяйства, направленных на повышение надёжности и энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения, обеспечения населения области питьевой водой надлежащего качества и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Для контроля над выполнением мероприятий, направленных на обеспечение населения качественными услугами в сфере водоснабжения и водоотведения, улучшение взаимодействия между правительством Архангельской области, органами местного самоуправления и ресурсоснабжающими организациями, привлечения потенциальных инвесторов, утверждена «дорожная карта», направленная на развитие жилищно-коммунального хозяйства области. Так, на территории области реализуется шесть утверждённых в установленном порядке инвестиционных программ, содержащих мероприятия по строительству и реконструкции объектов централизованных систем водоснабжения и водоотведения, а также плановые значения показателей надёжности, качества, энергетической эффективности объектов централизованных систем водоснабжения и водоотведения, которые должны быть достигнуты в результате реализации таких мероприятий.

Создавшаяся неблагоприятная водная ситуация определяет направление соответствующих организационных, санитарно-эпидемиологических, эколого-гигиенических, технологических и планово-финансовых мероприятий, а именно:

1. Ограничение того или иного вида водопользования и водоотведения в реку Северная Двина всеми предприятиями и хозяйствами.

2. Проведение инвентаризации всех источников загрязнения поверхностных водных объектов, в том числе и неорганизованных выпусков сточных вод, в границах существующих водозаборов и местах рекреационного водопользования населения для разработки мероприятий по минимизации загрязнений, поступающих в поверхностные водные объекты.

3. Продолжение ведения социально-гигиенического мониторинга водных объектов в зоне влияния предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (притоки, верховье и дельта реки Северная Двина).

4. Ужесточение мер по надзору (контролю) за объектами водоснабжения и водоотведения, организация зон санитарной охраны всех источников водоснабжения и водопроводов.

5. Применение рациональных схем очистки сточных вод на предприятиях и бесхлорных технологий при проведении обеззараживания сточных вод с заменой ветхих водопроводных сетей и оборудования на ВОС.

6. Эколого-гигиеническое образование и воспитание населения — формирование экологической и гигиенической культуры, что явилось бы первым

шагом в реализации мероприятий по улучшению среды обитания, качеству воды и обеспечению устойчивого развития области.

#### Список литературы

1. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгуряну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.
2. Бузинов Р. В., Зайцева Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б. Социально-гигиенический мониторинг в Архангельской области: достижения и перспективы : монография. Архангельск : СГМУ, 2005. 260 с
3. Бузинов Р. В., Гордиенко Т. А., Гудков А. Б., Бобун И. И., Агафонов В. М., Болтенков В. П. Динамика заболеваемости острыми кишечными инфекциями населения Архангельской области // Экология человека. 2011. № 9. С. 3–8.
4. Государственный доклад: О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Российской Федерации в 2014 году. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. 206 с.
5. Загайнова А. В., Рахманин Ю. А. Разработка подходов к оценке риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, распространяемых водным путём // Мир науки, культуры, образования. 2011. № 4–2. С. 268–273.
6. Карпин В. А., Гудков А. Б., Катюхин В. Н., Зуевская Т. В., Иенатов Н. К., Мусатова Н. В. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2003. № 3. С. 3–8.
7. Корита Т. В., Онищенко Г. Г., Курганова О. П., Троценко О. Е., Перепелица А. А. Профилактика острых кишечных инфекций и вирусного гепатита А в период чрезвычайной ситуации на территории Амурской области // Проблемы особо опасных инфекций. 2014. № 1. С. 48–51.
8. Коробицын А. А., Банникова Р. В., Гудков А. Б., Вязьмин А. М., Шихова В. А. Медико-экологические аспекты образа жизни северян // Экология человека. 1999. № 2. С. 46–49.
9. Никитин Ю. П., Хаснулин В. И., Гудков А. Б. Современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72.
10. Онищенко Г. Г. Состояние питьевого водоснабжения населения Российской Федерации и меры по его улучшению // Здоровоохранение Российской Федерации. 2007. № 4. С. 3–9.
11. Онищенко Г. Г., Москвитина Э. А., Кругликов В. Д., Титова С. В., Адаменко О. Л., Водопьянов А. С., Водопьянов С. О. Эпидемиологический надзор за холерой в России в период седьмой пандемии // Вестник Российской академии медицинских наук. 2015. Т. 70, № 2. С. 249–256.
12. Рахманин Ю. А., Красовский Г. Н., Егорова Н. А., Михайлова Р. И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспектива // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93, № 2. С. 5–18.
13. Ревич Б. А. Изменения здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3 (108). С. 140–150.

14. Тульская Е. А., Рахманин Ю. А., Жолдакова З. И. Обоснование показателей безопасности для контроля за применением химических средств обеззараживания воды и необходимость гармонизации их с международными требованиями // Гигиена и санитария. 2012. № 6. С. 88–91.

15. Унгурияну Т. Н., Новиков С. М., Бузинов Р. В., Гудков А. Б., Осадчук Д. Н. Риск для здоровья населения от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в городе с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью // Гигиена и санитария. 2010. № 4. С. 21–24.

16. Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск : СО РАМН, 1998. 337 с.

17. Aarons L., Graham G. Methodological approaches to the population analysis of toxicity data // Toxicology Letters. 2001. Vol. 120. P. 405–410.

18. Herbold K., Flehmig B., Botzenhart K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of Hepatitis A virus, Poliovirus 1, and indicator organisms // Appl. Environ. Microbiol. 1989. Vol. 55 (11). P. 2949–2953.

### References

1. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and Sanitation]. 2011, 3, pp. 91-95. [in Russian]

2. Buzinov R. V., Zaytseva T. N., Lazareva N. K., Gudkov A. B. *Sotsial'no-gigienicheskii monitoring v Arkhangel'skoi oblasti: dostizheniya i perspektivy* [Socio-Hygienic monitoring in the Arkhangelsk region: Achievements and Prospects]. Arkhangelsk, 2005, 260 p.

3. Buzinov R. V., Gordienko T. A., Gudkov A. B., Bobun I. I., Agafonov V. M., Boltenev V. P. Dynamics of communicable disease incidence among Arkhangelsk region population. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 9, pp. 3-8. [in Russian]

4. Gosudarstvennyi doklad. *O sanitarno-epidemiologicheskoy blagopoluchii naseleniya v Rossiiskoi Federatsii v 2014 godu* [A State report: On the sanitary-epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2014]. Moscow, 2015, 206 p.

5. Zagainova A. V., Rakhmanin Yu. A. Development of approaches to the assessment of the risk of bacterial intestinal infection spread by waterway. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of science, culture and education]. 2011, 4-2, pp. 268-273. [in Russian]

6. Karpin V. A., Gudkov A. B., Katyuhin V. N., Zuevskaya T. V., Ignatov N. K., Musatova N. V. Monitoring of the incidence of indigenous people of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2003, 3, pp. 3-8. [in Russian]

7. Korita T. V., Onishchenko G. G., Kurganova O. P., Trotsenko O. E., Perepelitsa A. A. Prevention of acute intestinal infections and hepatitis A during an emergency in the Amur region. *Problemy osobo opasnykh infektsii* [Problems of especially dangerous infections]. 2014, 1, pp. 48-51. [in Russian]

8. Korobitsin A. A., Bannikova R. V., Gudkov A. B., Vyazmin A. M., Shikhova V. A. Medico-ecological aspects of the Northerners' way of life. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 1999, 2, pp. 46-49. [in Russian]

9. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*. [Vestnik of northern (arctic) federal university. Series: Medical and biological sciences]. 2014, 3, pp. 63-72. [in Russian]

10. Onishchenko G. G. State of drinking water supply in the Russian Federation and measures for its improvement. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Health of the Russian Federation]. 2007, 4, pp. 3-9. [in Russian]

11. Onishchenko G. G., Moskvitina E. A., Kruglikov V. D., Titova S. V., Adamenko O. L., Vodop'yanov A. S., Vodop'yanov S. O. Epidemiological surveillance of cholera in Russia during the seventh pandemic. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2015, 70 (2), pp. 249-256. [in Russian]

12. Rakhmanin Yu. A., Krasovskii G. N., Egorova N. A., Mikhailova R. I. 100 years of legislative regulation of the quality of drinking water. Retrospective, current status and prospects. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and sanitation]. 2014, 93 (2), pp. 5-18. [in Russian]

13. Revich B. A. Changes in the health of the Russian population under climate change. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of Forecasting]. 2008, 3 (108), pp. 140-150. [in Russian]

14. Tul'skaya E. A., Rakhmanin Yu. A., Zholdakova Z. I. Justification of safety indicators to monitor the use of chemical disinfection of water resources and the need to harmonize them with international requirements. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and sanitation]. 2012, 6, pp. 88-91. [in Russian]

15. Unguryanu T. N., Novikov S. M., Buzinov R. V., Gudkov A. B., Osadchuk D. N. Public health risk from chemicals, air pollutants in the city with developed pulp and paper industry. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and sanitation]. 2010, 4, pp. 21-24. [in Russian]

16. Khasnulin V. I. *Vvedenie v polyarnuyu meditsinu* [Introduction to the polar medicine]. Novosibirsk, 1998, 337 p.

17. Aarons L., Graham G. Methodological approaches to the population analysis of toxicity data. *Toxicology Letters*. 2001, 120, pp. 405-410.

18. Herbold K., Flehmig B., Botzenhart K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of Hepatitis A virus, Poliovirus 1, and indicator organisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 1989, 55 (11), pp. 2949-2953.

### Контактная информация:

Бобун Ирина Ивановна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51  
E-mail: arkh@29.rospotrebnadzor.ru