

УДК: 613, 614

DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-4-38-44

Научная статья

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**Ю. А. РАХМАНИН**НИИ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА И ГИГИЕНЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИМ. А. Н. СЫСИНА  
ФГБУ«ЦЕНТР СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  
И УПРАВЛЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ  
РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ» ФМБА РОССИИ

Представлен анализ данных по проблеме химического и микробного загрязнения водоисточников, основным источникам загрязнения водосмоов, по приоритетным загрязняющим химическим веществам, по ранжированию наиболее загрязненных речных бассейнов и субъектов территорий Российской Федерации, по характеристике барьерной роли традиционных схем водоподготовки в системах централизованного водоснабжения населенных мест, по количеству выявляемых ненормированных химических соединений в воде, образованию побочных продуктов дезинфекции воды, по влиянию загрязненной воды на здоровье населения и новым биологическим угрозам загрязнения питьевых вод.

**Ключевые слова:** *загрязнение водных ресурсов, качество питьевой воды, химические и биологические угрозы здоровью*

Согласно данным ВОЗ, здоровье населения примерно на 50% зависит от образа жизни, на 20–25% – от наследственности, на 25–30% – от влияния факторов окружающей среды и на 5% – от системы здравоохранения. Согласно известного выражения Dr. Elliott Joslin, «Гены заряжают оружие, образ жизни и факторы окружающей среды нажимают на курок». Несмотря на существенное влияние на здоровье населения различных инфекционных агентов (бактерий, вирусов, грибов, паразитов), о чем серьезно напомнила о себе коронавирусная инфекция с 2019 года, в России, как и в мире в целом, основной (около 70%) причиной всех смертей является хроническая неинфекционная заболеваемость, где на долю болезней кровообраще-

*Original article*

## POLLUTION OF THE WATER ECOSYSTEMS AND THE PROBLEMS OF THE DRINKING WATER QUALITY

**YU. A. RAKHMANIN**A. N. SYSSIN RESEARCH INSTITUTE OF HUMAN  
ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL HEALTH,  
FBSO «THE CENTER OF THE STRATEGIC  
PLANNING AND MANAGEMENT OF THE  
MEDICAL AND BIOLOGICAL RISKS FOR THE  
HEALTH» FMBA OF THE RUSSIA

Presents data analyses on the problem chemical and microbial pollution water resources on the main sources pollution water basins, on the most of contaminated river basins and subjective territories of the Russia, characteristics barrier the role of traditional schemes of water treatment in the centralized water systems of the cities, on the number identify non-regulated chemical substances in water, on the by products of the disinfection water, according to the influence of contaminated water on the health of the population and on the new biological threats pollution drinking water for the health.

**KEY WORDS:** *pollution water resources, drinking water quality, public health*

ния приходится около 55%, а на долю онкологических – около 15% всех смертельных исходов.

Одним из ведущих факторов окружающей среды, воздействующих на неинфекционную заболеваемость, является химический прессинг, стремительно нарастающий последние десятилетия. Так, например, в регистре химических веществ США (CAS Registry) ежегодный прирост новых регистрируемых химических соединений характеризовался за период 1957–1965 гг. в количестве 300 тыс., 1976–1990 гг. – 670 тыс., 1991–2005 гг. – 1 млн, 2006–2015 гг. – 7,5 млн, в настоящее время на уровне 10 млн с общим числом, превысившим 200 млн химических веществ. При этом более 150 тыс. химических веществ может практически попадать в окружающую среду и загрязнять воздух, воду, почву, продукты питания, строительные материалы, а список таких веществ ежегодно возрастает примерно на 1000. По данным

ВОЗ, только в 2011 году воздействие отдельных химических веществ, находящихся в окружающей и производственной среде, обусловило в мировом масштабе 4,9 млн случаев смерти (8,3% от общего числа) и 86 млн лет жизни, утраченных в результате смертности и инвалидности.

В Российской Федерации для наиболее распространенных из химических веществ, загрязняющих окружающую среду, разработаны предельно-допустимые концентрации (ПДК), ориентировочные допустимые (ОДУ) и безопасные (ОБУВ) уровни веществ, количественные показатели которых в начале XXI века представлен в таблице 1. Несмотря на явные достижения отечественной гигиенической науки по регламентации содержания основных химических загрязнителей в воздухе, воде, почве, внутренней среде жилых и общественных зданий практическая реализация их остается во многих местах на неудовлетворительном уровне. Так, согласно атласа под редакцией М. Фешбаха (1991 г.) максимальные превышения содержания отдельных химических веществ относительно их допустимых регламентов в поверхностных водоемах составляли до 150–340 раз, а число очагов загрязнения подземных источников водоснабжения из расчета на 1 млн городского населения достигало 40–86 [2]. При этом и в более поздний период (2013–2018 гг.) доля проб воды, несоответствующих гигиеническим требованиям к источникам питьевого водоснабжения по химическим показателям, находилась на недопустимо высоких уровнях [3], что отражалось и на качестве прибрежных морских вод (рис. 1). Неблагоприятная ситуация, хотя и в сторону улучшения, отмечалась и по микробному загрязнению, где доля проб воды из водоемов 1-ой категории колебалась от 21,7 до 15%, во 2-ой категории – от 24,1 до 20,2%, в морской воде от 10,7 до 6,1%.

По данным Росгидромет за 2008–2021 гг., к регионам с наибольшим количеством случаев опасных

загрязнений водоемов за 13 лет относятся Свердловская (12270 случаев), Московская (7495) и Челябинская (4110) области, менее 4000, но более 2000 случаев – Нижегородская и Мурманская области, в пределах 1000–2000 случаев – Пермский, Приморский и Хабаровский края, Новосибирская область. А по данным РИА Новости, к водоемам с наибольшим количеством случаев загрязнений в 2021 г. отнесены реки Волга (925 случаев), Обь (792), Енисей (141), Амур (127), Днепр (121), Урал (51), Терек (43), Печора (32), Дон (27), Колыма (11). Высокие уровни микробного загрязнения отмечены, например, по реке Дон [6]: в Нижнем Доне, обеспечивающем водоснабжение городов Азов и Ростов-на-Дону, в 100% были положительными пробы воды по показателям общих (ОКБ), термотолерантных (ТКБ) и глюкозоположительных (ГКБ) колиформных бактерий, по клебсиеллам и синегнойной палочке, в 84% проб высевались сальмонеллы, в 2-х случаях шигеллы. При этом даже огромное разведение донской воды в Цимлянском водохранилище, обеспечивающем централизованное снабжение водой г. Цимлянск и ряда других населенных мест, в 100% выявлялись ОКБ, ГКБ и клебсиеллы, в 78% – синегнойная палочка, в 75% – ТКБ и в 51% – сальмонеллы.

Анализ данных мониторинга Роспотребнадзора показал, что загрязнение водоисточников существенно сказывается и на качестве потребляемой населением питьевой воды [14]. Как видно из таблицы 2, даже в самом обеспеченном в финансовом отношении Центральном федеральном округе (ЦФО), во всех его субъектах отмечается временное или постоянное несоответствие установленным нормативам качества питьевой воды централизованных систем водообеспечения населения. Как видно, наиболее часто встречается несоответствие по таким показателям, как повышенное содержание в воде железа, марганца, нитратов, сульфатов, хлоридов, аммонийного азота, фтора, бро-

ТАБЛИЦА 1.

Гигиенические регламенты, разработанные для санитарно-эпидемиологического надзора и контроля

Среда	Гигиенические регламенты		Всего
Атмосферный воздух	608 ПДК	1638 ОБУВ, ОДУ	2246
Вода (питьевая вода, водные объекты, горячее водоснабжение)	1497 ПДК	403 ОДУ	1900
Почва	134 ПДК	209 ОДК	343
Жилая среда	Физические факторы (микроклимат, ЭМП, инсоляция, радиационный фон)		16
Итого:	2239	2250	4505

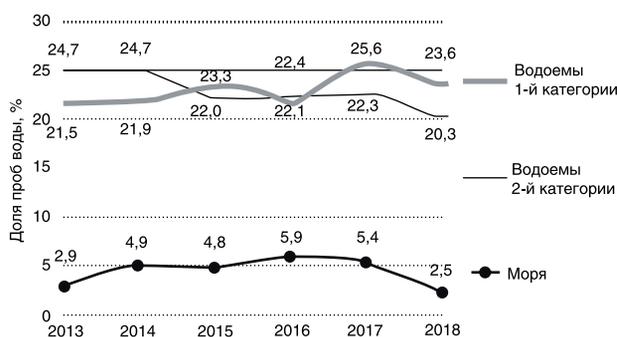


РИС. 1.

Доля проб воды из водоемов 1-й и 2-й категории, а также их морей с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, %

Примечание: \* – по данным Государственного доклада «о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ в 2018 г.

ТАБЛИЦА 2.  
Результаты мониторинга качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения населения в ЦФО РФ (2006–2011 гг.)

№ п/п	Субъекты (области) Российской Федерации	Кол-во показателей мониторинга		Показатели, превышающие ПДК																			
		Всего	ПДК %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				Fe	Mn	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NH <sub>3</sub> (N)	F	B	NO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	Cd	Cl <sub>2</sub>	Sr	Pb	Al	H <sub>2</sub> S	PO <sub>4</sub>	Li		
1	Москва <sup>1)</sup>	20	10	+																			
2	Московская <sup>2)</sup>	42	19	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+					+	
3	Смоленская	33	7	+	+	+	+				+		+										
4	Тверская	31	5	+	+		+	+							+								
5	Тульская	31	8	+	+	+	+				+			+			+						
6	Орловская	28	6	+	+	+	+		+		+												
7	Брянская	27	4	+		+		+															+
8	Калужская	20	8	+	+	+	+	+	+						+								+
9	Курская	16	2	+	+																		
10	Рязанская	33	11	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+					
11	Белгородская	30	4	+	+	+				+													
12	Тамбовская <sup>3)</sup>	29	7	+	+	+	+	+					+	+									
13	Липецкая	28	8	+	+	+	+	+	+	+			+										
14	Воронежская	23	7	+	+	+		+	+	+		+											
15	Владимирская <sup>4)</sup>	30	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+					+
16	Ярославская <sup>5)</sup>	25	16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+					+
17	Ивановская	20	11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+					+
18	Костромская	18	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+					
ЦФО		50	32	18	16	15	12	11	9	7	7	6	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2

Среднее количество показателей, превышающих ПДК: №3,4: Север (2 субъекта) – 6; №10-14: Юг (5 субъектов) – 7,4; №5-9: Запад (5 субъектов) – 5,6; №15-18: Восток (4 субъекта) – 11,2.  
1) + трихлорметан; 2) + нефть, трихлорметан, тетраэтилсвинец, Se, Si, Ba; 3) + Mo; 4) + Cr; 5) + As, Cu, Zn, ГХЦГ, 2,4Д.

ма, нитратов, магния, кадмия, реже выявляется превышение нормативов по стронцию, свинцу, алюминию, литию, фосфатам, сероводороду. В отдельных пробах выявлялись трихлорметан, тетра и трихлорэтилен, селен, кремний, барий, молибден, хром, мышьяк, медь, цинк, гексахлорциклогексан, 2,4-Д, нефть.

Из основных источников загрязнения водных объектов особенно следует выделить канализационные стоки населенных мест, атмосферные осадки, промышленные и сельскохозяйственные сточные воды, паводковые воды, дампинг (сброс отходов в море), а из обобщенной классификации основных загрязнителей – органические (нефть и нефтепродукты, пестициды, поверхностно-активные вещества: жиры, масла, галогенсодержащие углеводороды), неорганические (кислоты, щелочи, минеральные соли, тяжелые металлы), биологические (бактерии, вирусы, грибы, паразиты, продукты жизнедеятельности: моча, фекалии), а также механические (мусор, взвешенные частицы), тепловые и радиоактивные (изотопы углерода, урана, плутония, стронция, бария и др.). При этом для каждого из промышленных и сельскохозяйственных производств (черной и цветной металлургии, производства цветных металлов и гальванических производств, химической и бумажно-целлюлозной промышленности, коксохимических, газосланцевых, искусственно-волоконистых предприятий, машиностроения, текстильной промышленности, кожевенных производств, пищевой промышленности, птицеводческих, животноводческих, тепличных и полевых сельскохозяйственных производств) характерны свои приоритетные виды химических и биологических загрязнителей.

Важно отметить, что мощным и мало учитываемым пока путем загрязнения водоемов химическими веществами являются выбросы их через трубы в атмосферу. Так, на территории РФ ежегодно выбрасывается в атмосферный воздух более 30 млн тонн химических веществ, значительная часть которых так или иначе попадает в водоемы. Не учитывается пока в достаточной мере и количество загрязнений, поступающих в водоисточники от дорожно-транспортного комплекса. Как показали исследования А.В. Леванчука [9], это – не только отработанные газы, а еще тысячи тонн (особенно в городских агломерациях) мелкодисперсной пыли, металлов, полициклических ароматических углеводородов, образующихся от стирания асфальтовых покрытий дорог, шин и тормозных колодок колес.

В результате растущего массивного химического и биологического загрязнения водоисточников существующие традиционные схемы водообработки исходной воды для подачи её в централизованные системы водоснабжения населения хозяйственно-питьевой водой становятся все более несоответствующими необходимым гигиеническим требованиям. Проведенная нами классификация основных показателей качества

воды по эффективности её очистки на водопроводных станциях страны [12, 13] показала, при высокой эффективности очистки от бенз(а)пирена и основных показателей биологического загрязнения (общего микробного числа – ОМЧ, содержания общих (ОКБ) и термотолерантных (ТКБ) бактерий, содержания сальмонелл, яиц гельминтов, цист лямблий) она может оказаться недостаточно эффективной по содержанию в ней ооцист-криптоспоридий, а также по цветности и мутности воды. При умеренной эффективности по показателям окисляемости воды, содержанию в ней железа, марганца, нефтепродуктов, СПАВ, сульфитредуцирующих кластридий, общепринятая схема очистки может быть недостаточной для очистки воды от вирусов и колифагов.

Практически не происходит существенного влияния систем централизованной очистки водопроводной воды по показателям её солевого состава и коррозионной активности, и, что наиболее важно, по содержанию в воде радионуклидов и тяжёлых металлов. В процессе водоподготовки по отдельным показателям, таким как содержание в воде алюминия, железа, остаточного хлора, тригалометанов, формальдегида, её мутагенной активности, может происходить и определенное ухудшение ее качества. В частности, к побочным негативным аспектам водоподготовки относятся способность сильных реагентных окислителей (хлор, озон), используемых для обеззараживания воды, подаваемой населению, при наличии в исходной воде ряда органических веществ, в основном, углеводородов, образовывать с ними хлор и кислородосодержащие соединения, ещё более опасные в токсикологическом (мутагенном, онкологическом) отношении [11, 10, 15]. Например, при хлорировании воды, содержащей анилин, образуется 12 галоген-содержащих веществ, 6 из которых известны как мутагены и канцерогены, а при озонировании воды, содержащей толуол, образуется 11 побочных продуктов дезинфекции, 4 из которых обладают канцерогенным, а 3 мутагенным эффектами и т.д. [11].

Серьезным фактом, обращающим на себя внимание, все чаще становится обширный список ненормированных химических веществ, выявляемых в водоисточниках, используемых для централизованного водообеспечения населения. Так, например, в воде городского пруда – источника водоснабжения г. Ижевска в июле 2004 года обнаружено 232 химических соединения, только для 10 из которых установлены гигиенические регламенты, общее количество которых в РФ превышает 1900. В результате водоподготовки количество веществ, выявляемых методом хроматомасс-спектрометрического анализа, сократилось до 103, из которых только 9 веществ регламентируются водным санитарным законодательством. Таким образом, фактор неопределенности в оценке качества такой питьевой воды представляется весьма

значительным. По нашим данным [14], даже в московской водопроводной воде выявляются периодически такие химические вещества, как гексан, метилциклогектан, бутанол, 2-метилгексан, октан, октаналь, гептаналь, нонанол, нонаналь, деканаль, ундекан, додекан, тридекан, диизобутилфталат, изомеры пентадекана и др., для которых ПДК пока не разработаны. Исследования, проведенные на 25 реках, 7 озерах, 17 водохранилищах, позволили выявить 268 химических органических соединений, из числа которых 69% не имели научного обоснованных гигиенических регламентов содержания в водной среде, а в питьевой воде 75 городов обнаружено 142 органических вещества, для 52% которых такие регламенты также отсутствуют.

Вместе с тем в Российской Федерации, да и в мировой практике, гигиенические регламенты устанавливаются не только для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных мест, но и, как видно из таблицы 3, для целей: рекреации, рыбохозяйственных, сельскохозяйственных и иных, так как биологическое воздействие химических веществ может происходить не только вследствие непосредственного влияния их при питьевом потреблении воды, но и через кожу при купании или опосредованно через различные пищевые продукты. Классическим примером в этом отношении являются болезни Минамата – отравление людей метилртутью при потреблении рыбы, выловленной в заливе г. Минамата (Япония), в который сбрасывались ртутьсодержащие сточные воды промышленного предприятия, и болезни Итай-Итай – отравление кадмием при потреблении в пищу риса, выращенного на некоторых заливных лугах Китая.

Одной из новых биологических угроз для Российской Федерации, связанной с загрязнением поверхностных водоисточников синезелеными водорослями, являются цианотоксины, которые в зависимости от различных видов цианобактерий могут обладать нейротоксичными, гепатотоксичными или канцерогенными свойствами. В связи с происходящими климатическими изменениями эта проблема в последние десятилетия проявилась на реках Волга, Москва и на

реках московского региона. Такие цианобактерии как *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spiroides* и *Anabaena flos-aquae* выявлялись в водопроводной воде г. Москвы с 2009 по 2013 годы в 7,6%, 11,6% и 6,7% проб воды соответственно [8]. При этом для основных токсинов цианобактерий нормативные величины уже установлены в Нидерландах, Франции, Германии, Аргентине, Дании, Финляндии, Италии, Испании, Сингапуре, Бразилии, Чехии, Канаде (табл. 4), для анатоксина-а на уровне 3,7 мкг/л (Канада), для цианодроспермотоксина – на уровне 15 мкг/л (Бразилия).

Как показано, существенным источником химического и биологического загрязнения поверхностных водоемов могут быть также массивные донные отложения, характерные особенно для водохранилищ, где замедление скорости течения воды способствует процессам седиментации взвешенных частиц в водной среде [7], что наряду с загрязнениями, поступающими с недостаточно очищенными сточными водами, осаждением диффузных производственных выбросов в атмосферу, смывов различных загрязнений, включая минеральные удобрения и пестициды, с сельскохозяйственных полей, довело речные бассейны до состояния, когда только 1% поверхностных водоисточников соответствует 1-му классу, пригодному для использования в питьевых целях после традиционных методов водообработки, включающих коагуляцию, отстаивание, фильтрацию, обеззараживание воды хлором или озоном.

Интенсивное загрязнение водоисточников существенно сказывается и на здоровье населения. Согласно данным ВОЗ, неблагоприятные воздействия окружающей среды являются причиной 18% (от общей смертности) случаев преждевременной смерти населения в развивающихся странах, при этом на проблемы водоснабжения и канализации (санитарии) приходится 7%, на загрязнение воздуха внутри помещений – 4%, на заболевания, вызванные переносчиками, – 3%, на загрязнение воздуха в городах – 2%, на воздействие промышленных и бытовых отходов и другие факторы – по 1% [4, 5]. При этом, по данным ВОЗ

ТАБЛИЦА 3.

Виды нормативов химических веществ в воде водных объектов

Вид норматива	Страна	Охраняемый объект
Для хозяйственно-питьевого водоснабжения	Все страны	человек
Для рекреации	ВОЗ, США, Канада, Россия	человек
Для «водной жизни»	ЕС, США, Германия, Канада, Нидерланды,	водная биота → рыба → человек
Для профессионального и спортивного рыболовства	Германия, США	человек
Для рыбохозяйственных целей	Россия	промысловые рыбы
Для воды, используемой в с/х целях (орошение, животноводство)	Россия, Канада	растения → человек ← животные

ТАБЛИЦА 4.

Нормирование цианобактерий и их токсинов в питьевой воде разных стран мира

Страна	Норматив	Допустимая величина
Аргентина	Microcystin-LR	1 мкг/л
Бразилия	Цианобактерии Microcystins Cylindrospermopsin Saxitoxins	10000–20000 кл/мл или 1 мм.куб/л био объема 1 мкг/л 15 мкг/л 3 мкг/л
Канада	Microcystin-LR Anatoxin-a	1,5 мкг/л 3,7 мкг/л
Чехия	Цианобактерии Microcystin-LR	1 мкг/л
Куба	Цианобактерии Фитопланктон и доля цианобактерий	более 1500 кл. мл-1 20000-100000 кл. мл-1 >50% цианобак- терий
Дания	Microcystin-LR	1 мкг/л
Франция	Microcystins	1 мкг/л
Финляндия	Microcystins	1 мкг/л
Германия	Microcystin-LR другие токсины	1 мкг/л 0,1 мкг/л
Италия	Microcystin-LR	1 мкг/л
Нидерланды	Microcystin-LR	1 мкг/л
Сингапур	Microcystin-LR	1 мкг/л
Испания	Microcystins	1 мкг/л

и Хабитат – ООН – «Право на воду» (2010), ежегодно в развивающихся странах около 1,8 млн детей умирает от диареи и других заболеваний, вызванных водой и плохой санитарией, и половину больничных коек в Мире занимают пациенты, пораженные инфекциями, передаваемыми через воду, а к 2025 году  $\frac{2}{3}$  населения земли ( $\approx 5,5$  млрд чел.) будет жить в районах умеренной или серьезной нехватки воды, где проблема её антропогенного загрязнения приобретает особое значение.

Все это подчеркивает чрезвычайную важность охраны водных ресурсов Земли от их загрязнения и расточительного использования, определяет важность всеобщей поддержки образовательного проекта «Планете Земля необходим Экокатарсис».

## ЛИТЕРАТУРА

1. **АНДРЕЕВА Е.Е.** Научно-методические основы обеспечения санитарно-эпидемиологического обеспечения населения мегаполиса на базе модели риск-ориентированного надзора. Автореферат докт. диссертации. СПб, 2017. 49с.
2. Атлас «Окружающая среда и здоровье населения России» [Карты]: Environmental and health atlas of Russia / ed. -in-chief Murray Feshbach; ed. of the Russ. ed Boris V. Prokhorov; aut.: Yu.Ye. Abrosimova et al. - Moscow: "Pains" publ. house, 1995. 1 атл. (448 с.): цв., 304 карты, текст, табл., граф.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году». 254 с.
4. **ДОРНИНА О.Д., КУЗНЕЦОВ О.Л., РАХМАНИН Ю.А.** Стратегия ООН для устойчивого развития в условиях глобализации (под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова). М.: РАЕН. 2005. 247 с.
5. **ДОРНИНА О.Д.** Гармонизация современных научных подходов по снижению степени уязвимости человека вследствие изменения окружающей среды в условиях глобализации. Автореферат докт. диссертации. М., 2006. 49 с.
6. **ЖУРАВЛЕВ П.В.** Научное обоснование совершенствования санитарно-эпидемиологического мониторинга за бактериальным загрязнением водных объектов. Автореферат, докт. диссертации. М., 2013. 47 с.
7. **КИРЬЯНОВА Л.Ф.** Методические основы гигиенической оценки бытовых водоочистных устройств. Автореферат докт. диссертации. М., 2004. 49 с.
8. **КУЗЬ Н.В.** Научное обоснование гигиенических рекомендаций по контролю и снижению загрязнения питьевой воды цианобактериями и цианотоксином. Автореферат канд. диссертации. М., 2019. 25 с.
9. **ЛЕВАНЧУК А.В.** Гигиеническое обоснование воздействия дорожно-автомобильного комплекса на атмосферный воздух жилой территории. Автореферат докт. диссертации. СПб, 2017. 48 с.
10. **ЛУЦЕВИЧ И.Н.** Гигиеническая оценка органических веществ и продуктов их трансформации, образующихся в процессе водоподготовки. Автореферат докт. диссертации. М., 2005. 33 с.
11. **МАЛЫШЕВА А.Г., РАХМАНИН Ю.А.** Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды. СПб.: НПО «Профессионал». 2012. 717 с.
12. **МИХАЙЛОВА Р.И.** Гигиенические основы кондиционирования качества и химического состава питьевых вод, Автореферат докт. диссертации. М., 1999. 61 с.
13. **РАХМАНИН Ю.А., МИХАЙЛОВА Р.И.** Питьевая вода и здоровье человека: проблемы, направления и методика исследований // Мелиорация и водное хозяйство. М. 1998. №3. С. 58–61.

14. РАХМАНИН Ю.А., ОНИЩЕНКО Г.Г. За чистоту основной чистящей жидкости на Земле. Современные гигиенические проблемы централизованного обеспечения населения питьевой водой и пути их решения // Коммунальный комплекс России. 2017. №12 (162). С. 28–33.
15. РАХМАНИН Ю.А., СИНИЦЫНА О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // Гигиена и санитария. М. 2013. №5. С. 4–10.

## REFERENCE

1. ANDREEVA E.E. Scientific and methodological foundations for ensuring sanitary and epidemiological support for the population of a metropolis based on a risk-based surveillance model. Abstract of Dr. dissertations. St. Petersburg, 2017:49. (In Russian).
2. Atlas «Environment and health of the population of Russia» [Maps]: Environmental and health atlas of Russia / ed. -in-chief Murray Feshbach; ed. of the Russ. ed Boris B. Prokhorov; aut.: Yu.Ye. Abrosimova et al. Moscow: "Paim" publ. house, 1995. 1 atl. (448 pages): color, 304 maps, text, tables, graphs.
3. State report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018". 254. (In Russian).
4. DORONINA O.D., KUZNETSOV O.L., RAKHMANIN YU.A. The UN Strategy for Sustainable Development in the Context of Globalization (under the editorship of Academician of the Russian Academy of Medical Sciences N.F. Izmerov). Moscow. RANS. 2005:247. (In Russian).
5. DORONINA O.D. Harmonization of modern scientific approaches to reduce the degree of human vulnerability due to environmental changes in the context of globalization. Abstract of Dr. dissertations. Moscow, 2006:49. (In Russian).
6. ZHURAVLEV P.V. Scientific justification for improving sanitary and epidemiological monitoring of bacterial pollution of water bodies. Abstract, dr. dissertations. Moscow, 2013:47. (In Russian).
7. KIRYANOVA L.F. Methodological bases for the hygienic assessment of household water treatment devices. Abstract of Dr. dissertations. Moscow, 2004:49. (In Russian).
8. KUZ N.V. Scientific substantiation of hygiene recommendations for the control and reduction of drinking water pollution by cyanobacteria and cyanotoxins. Candidate's abstract. dissertations. Moscow, 2019:25. (In Russian).
9. LEVANCHUK A.V. Hygienic substantiation of the impact of the road and automobile complex on the atmospheric air of a residential area. Abstract of Dr. dissertations. St. Petersburg, 2017:48. (In Russian).
10. LUTSEVICH I.N. Hygienic assessment of organic substances and products of their transformation, formed in the process of water treatment. Abstract of Dr. dissertations. Moscow, 2005:33. (In Russian).
11. MALYSHEVA A.G., RAKHMANIN YU.A. Physico-chemical studies and methods of control of substances in environmental health. St. Petersburg. NPO «Professional». 2012:717. (In Russian).
12. MIKHAILOVA R.I. Hygienic bases of conditioning the quality and chemical composition of drinking water, Abstract of Doc. dissertations. Moscow, 1999:61. (In Russian).
13. RAKHMANIN YU.A., MIKHAILOVA R.I. Drinking water and human health: problems, directions and methods of research. *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo*. Moscow. 1998;(3):58–61. (In Russian).
14. RAKHMANIN YU.A., ONISHCHENKO G.G. For the purity of the main cleaning fluid on Earth. Modern hygienic problems of centralized provision of the population with drinking water and ways to solve them. *Kommunal'nyy kompleks Rossii*. 2017;12 (162): 28–33. (In Russian).
15. RAKHMANIN YU.A., SINITSYNA O.O. Status and updating of tasks to improve the scientific, methodological and regulatory framework in the field of human ecology and environmental health. // and. *Gigiyena i sanitariya*. Moscow. 2013;(5):4–10. (In Russian).

---

**Рахманин Юрий Анатольевич**,  
д.м.н., профессор, академик РАН, заслуженный деятель  
науки РФ, главный научный консультант НИИ экологии  
человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина  
ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления  
медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России

✉ 119121, Москва, ул. Погодинская, 10, стр.1,  
119121, Moscow, Pogodinskaya str., 10, building 1  
тел.: +7 (985) 997-84-42, e-mail: awme@mail.ru