



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И.  
Пирогова Минздрава России  
д.б.н., профессор РАН  
Д.В. Ребриков

« 25 » 11

2019 г.

## ОТЗЫВ

**о научно-практической ценности диссертации Кузь Надежды Валентиновны «Научное обоснование гигиенических рекомендаций по контролю и снижению загрязнения питьевой воды цианобактериями и цианотоксинами», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.01 - Гигиена (научный консультант – д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН Сеницына Оксана Олеговна)**

**Актуальность исследования.** Среди приоритетных направлений развития Российской Федерации ведущая роль принадлежит сохранению и укреплению здоровья населения, а первоочередными задачами являются совершенствование системы мониторинга за состоянием объектов окружающей среды и разработка профилактических мер по снижению неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Качество питьевой воды является одним из важных и приоритетных предпосылок здоровья каждого человека. В силу действия ряда природных и техногенных факторов вода водоисточников может загрязняться и быть непригодной для различных потребностей человека. Для оценки качества питьевой воды разработаны гигиенические нормативы (СанПиН 2.1.4.1074-01) по ряду показателей, включая бактериологические, в том числе общее микробное число, колиформные бактерии и т.д.

Для поддержания хорошего качества воды в последнее время важное значение придается содержанию цианобактерий, вызываемых, так

называемое, «цветение воды», которые в большом количестве оказывают неблагоприятное воздействие на человека – продуцируют метаболиты, которые гепато- и нейротоксичны, обладают потенциально канцерогенным эффектом, придают неприятный запах и привкус воде. Несмотря на определенную изученность данной проблемы с позиции гидробиологии и экологии и существование методических рекомендаций и указаний по борьбе с указанным биологическим загрязнением воды, ряд вопросов остается неизученным с точки зрения гигиенической науки и практики. В связи с этим тема диссертационной работы Н.В. Кузь является современной и важной для ученых-гигиенистов и врачей, работающих в области коммунальной гигиены.

Актуальность рассматриваемого диссертационного исследования Н.В. Кузь обусловлена также тем обстоятельством, что на современном этапе развития гигиенической науки назрела необходимость обновления методов мониторинга биологических загрязнений водоемов, а также научного обоснования дополнительных рекомендаций по лабораторному контролю за загрязнением цианобактериями и продуктами их жизнедеятельности воды водоемов и питьевой воды, а также по снижению загрязнения ими питьевой воды.

**Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства.** Тематика диссертационного исследования Н.В. Кузь полностью соответствует приоритетным направлениям Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015-2020 гг.)». Исследования, представленные в диссертационной работе, проведены в рамках выполнения тем НИР государственных заданий ФГБУ «ЦСП» Минздрава России «Гармонизация нормативов, методов контроля и оценки факторов среды обитания человека (вода, почва и атмосферный воздух) с международными требованиями» (№ г/р 01201461960) и «Совершенствование государственной системы контроля и обеспечения химической безопасности окружающей

среды для здоровья населения с учетом процессов трансформации веществ» (№ г/р НИОКТР АААА-А18-118020590088-2).

**Новизна исследования и полученных результатов.** На основе детального анализа гидробиологических показателей за 2009-2015 гг. автором установлено, что содержание цианобактерий в Москворецком источнике водоснабжения г. Москвы и, особенно, в точке водозабора Рублевской станции водоподготовки колебалось в пределах  $3.7 \times 10^3 - 1.6 \times 10^4$  кл/мл, что на порядок выше, чем в Волжском водоисточнике ( $5.5 \times 10^2 - 2.5 \times 10^3$  кл/мл).

Установленный факт обусловлен повышенным содержанием общего фосфора (до 2 ПДК) и общего азота, что подтверждено статистической обработкой первичных данных, и не зависит от содержания других химических компонентов, включенных в программу производственного и государственного санитарно-эпидемиологического контроля.

При установлении таксономической принадлежности цианобактерий автором выявлено, что доминирующими родами сине-зеленых водорослей в Москворецком источнике водоснабжения г. Москвы являются роды *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* и *Anabaena*, которые присутствуют и в питьевой воде, подаваемой Рублевской станцией водоподготовки, и согласно собственным и литературным данным продуцируют ряд опасных цианотоксинов (анатоксин-а, сакситоксин, цилиндропермопсин, микроцистин-LR и  $\beta$ -N-метиламино-L-аланин (ВМАА), а также одоранты геосмин и 2-метилизобарнеол).

Заслугой автора и вместе с тем научной новизной выполненного исследования можно считать разработку и апробацию высокочувствительного иммуноферментного метода определения содержания микроцистина-LR в воде, базирующегося на технологии твердофазного конкурентного иммуноферментного анализа с фотометрической детекцией.

Важным достижением диссертанта является анализ эффективности

технологий очистки воды до питьевого качества на примере Рублевской станции водоподготовки. Соискателем установлено, что применяемые технологии подготовки питьевой воды, включающие как традиционную двухступенчатую схему с отстаиванием и фильтрацией через песчаные фильтры с предварительной обработкой воды реагентами, так и схему, дополненную озонсорбцией, способствуют уменьшению содержания клеток цианобактерий (на 96.0-99.8%) и микроцистина-LR. Вместе с тем, они приводят к увеличению концентрации анатоксина-а и  $\beta$ -N-метиламино-L-аланина и недостаточно эффективны в отношении снижения содержания геосмина (не более 40%) в питьевой воде.

В связи с этим диссертантом обоснована гигиеническая эффективность промывки фильтрующей загрузки или замена фильтрующей загрузки (в случае неэффективности изменения режима промывки) при обнаружении микроцистина-LR в питьевой воде в концентрациях выше 0,001 мг/л (ПДК).

#### **Значимость результатов для теории и практики.**

Рекомендована для утверждения ПДК микроцистина-LR в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (Справка о внедрении № 1 от 08.05.2019) на основе детального анализа данных отечественной и международной литературы, посвященной оценке токсичности и регламентирования микроцистина-LR в воде, и в соответствии с методологией гармонизации гигиенических нормативов качества воды с учетом международных требований и рекомендаций.

В рамках ВОЗ (1997 г.) был обоснован предел содержания микроцистина-LR (токсин *Microcystis aeruginosa*) в питьевой воде на уровне 1 мкг/л. Большинство стран мира использует рекомендации ВОЗ при контроле качества воды водоисточников и питьевой воды. В нашей стране ранее отсутствовали нормативы для цианотоксинов, вследствие чего мониторинг содержания цианотоксинов из-за отсутствия этих показателей в нормативных документах и утвержденных методов их контроля не осуществлялся.

Разработана методика определения содержания микроцистина-LR в воде методом иммуноферментного анализа, базирующегося на технологии твердофазного конкурентного иммуноферментного анализа с фотометрической детекцией, позволяющей с высокой точностью определять микроцистин-LR с нижним пределом измерения 0,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Разработаны Методические указания «Определение микроцистина-LR методом иммуноферментного анализа» (Справка о внедрении № 77-21-18 ФЦ-32-2019 от 17.04.2019 г.).

Разработаны рекомендации по мониторингу процессов цианобактериального «цветения», в том числе по контролю и снижению содержания цианотоксинов в воде водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых, рекреационных целей и питьевой воды (Справка о внедрении № 33-АС от 28.08.2019 г.). В результате проведенной верификации существующих как российских, так и зарубежных подходов к контролю цианобактерий и их токсинов в воде предложена многоуровневая система (4 уровня) мониторинга, которая позволяет эффективно повысить надежность санитарно-эпидемиологического контроля изучаемого биологического загрязнения воды.

Автором предложены и научно обоснованы практические и реально осуществимые меры, позволяющие обеспечить эффективность гигиенического мониторинга цианобактерий в водоисточниках и питьевой воде. Диссертантом выявлены годовая и сезонная динамика содержания сине-зеленых водорослей в водоисточниках г. Москвы, приоритетные роды цианобактерий, продуцирующие токсические метаболиты, установлена тесная корреляционная зависимость содержания изучаемых бактерий от источников питания – содержания фосфора и азота, т.е. изучены вопросы, мало разработанные и практически не отраженные в современных гигиенических руководствах.

Исследование отличается практической направленностью и возможностью использования полученных результатов в деятельности

законодательных и исполнительных органов, формировании региональной здоровьесберегающей политики. Значимость результатов для практики состоит в разработке и внедрении высокоэффективных иммуноферментного метода содержания микроцистина-LR для определения биологического загрязнения водоисточников и питьевой воды. Диссертантом разработаны рекомендации по мониторингу процессов цианобактериального «цветения», в том числе по контролю и снижению содержания цианотоксинов в воде водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых, рекреационных целей и питьевой воды. По результатам исследований имеются 3 справки о внедрении.

**Личный вклад автора** при выполнении диссертационного исследования составляет более 80%. Автору принадлежит ведущая роль в формулировании направления исследования, определении цели и задач, выполнении аналитической и экспериментальной частей работы. Автором проведены математическая обработка результатов, анализ и обобщение полученных результатов, подготовлены научные публикации и оформлена рукопись.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.** Полученные в ходе исследования результаты были использованы в следующих формах внедрения:

- Научно обоснована ПДК микроцистина-LR в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (Справка о внедрении № 1 от 08.05.2019).

- Разработана методика определения содержания микроцистина-LR в воде методом иммуноферментного анализа, базирующегося на технологии твердофазного конкурентного иммуноферментного анализа с фотометрической детекцией, позволяющей с высокой точностью определять микроцистин-LR с нижним пределом измерения 0,1 мкг/дм<sup>3</sup> - МУК «Определение микроцистина-LR методом иммуноферментного анализа» (Справка о внедрении № 77-21-18 ФЦ-32-2019 от 17.04.2019 г.).

- На основании научных обобщений и анализа международных методов наблюдения и контроля за содержанием цианобактерий в природной и питьевой воде разработаны рекомендации по мониторингу процессов цианобактериального «цветения», в том числе по контролю и снижению содержания цианотоксинов в воде водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых, рекреационных целей и питьевой воде (Справка о внедрении № 33-АС от 28.08.2019г.).

Основные результаты диссертационной работы полно изложены в 8 печатных работах, в их числе 4 статьях в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ, отражающих основные полученные результаты.

Работа по содержанию, цели, задачам и методам исследования отвечает требованиям паспорта специальности 14.02.01 – Гигиена.

Цель и задачи, поставленные в работе, решены в полном объеме. Выводы научно обоснованы, соответствуют задачам исследования и положениям, выносимым на защиту, основаны на репрезентативном фактическом материале. Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертационного исследования.

Диссертация построена традиционно, состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы материалов и методов исследования, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Основное содержание изложено на 146 страницах машинописного текста, иллюстрированного 30 схемами и рисунками, а также содержащего 24 таблиц. Первичные данные и справки о внедрении приведены в приложении (41 машинописная страница). Библиография включает 290 источников (из них 100 отечественных, 190 зарубежных работ).

Принципиальных замечаний к работе нет. В порядке дискуссии хочется услышать мнение автора по поводу ниже следующих вопросов:

1. Из рисунка 3.7 (рис. 2 в автореферате) следует, что в состав фитопланктона в разные годы, кроме сине-зеленых водорослей (28% в 2009 г.

и 15% в 2015 г.), входят золотистые, зеленые (20-30%) водоросли, а больше всего в фитопланктоне диатомовых водорослей (45-70%). Какова роль этих водорослей в формировании неблагоприятного эффекта на здоровье человека, т.к. их большинство в фитопланктоне?

2. Какими причинами можно объяснить повышенное содержание общего фосфора и азота в воде водозабора Рублевской станции водоподготовки? С какими другими химическими веществами диссертант устанавливал корреляционную связь в отношении содержания цианобактерий?

3. Гигиенические рекомендации по контролю и снижению загрязнения питьевой воды цианобактериями и цианотоксинами предусматривают мониторинг численности и видового состава сине-зеленых водорослей. Установлен ли уровень допустимого содержания (или биомассы) сине-зеленых водорослей в водоисточнике, если предлагается проводить их мониторинг? Как учитывается в процессе мониторинга органолептический показатель (запах и привкус, обусловленный геосмином и 2-метилизобарнеолом водорослей)?

**Заключение.** Диссертация Надежды Валентиновны Кузь «Научное обоснование гигиенических рекомендаций по контролю и снижению загрязнения питьевой воды цианобактериями и цианотоксинами», выполненная под руководством доктора медицинских наук, профессора, член-корреспондента РАН О.О. Сеницыной и представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований достигнуто решение научной задачи – научное обоснование нового подхода к эффективному проведению гигиенического мониторинга биологического загрязнения и обеспечению тем самым здоровья населения с использованием четырехступенчатой системы очистки воды от цианобактерий и цианотоксинов после ее забора из водоисточника.



Таким образом, по актуальности, объему исследований, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Н.В. Кузь соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842 в редакции с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 и от 1 октября 2018 года №1168, предъявляемым к диссертациям, на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 14.02.01 – Гигиена.

Отзыв о научно-практической значимости диссертации Н.В. Кузь обсужден и принят на заседании кафедры гигиены педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова Минздрава России (протокол № 01/11 от 20 ноября 2019 г.).

Профессор кафедры гигиены  
педиатрического факультета  
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова  
Минздрава России, д.б.н., профессор  
специальность 14.02.04 – Медицина труда  
8-903-501-33-29, [ni\\_sheina@mail.ru](mailto:ni_sheina@mail.ru)

Н.И. Шеина

Заведующий кафедрой гигиены  
педиатрического факультета  
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова  
Минздрава России, д.м.н., доцент  
специальность 14.02.01 – Гигиена  
8-916-656-80-20 [milushkina\\_o@rsmu.ru](mailto:milushkina_o@rsmu.ru)

О.Ю. Милушкина

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1  
Контактный телефон: (495) 434-14-22  
E-mail: [rsmu@rsmu.ru](mailto:rsmu@rsmu.ru)

