

4. Временные методические указания № 4681-88 по обоснованию предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.; 1989.
5. Камилджанов А.Х., Далажанов Ш.Н., Инояттов Ф.Ш., Мирзакаримова М.А. Некоторые показатели функционального состояния печени и репродуктивных органов при ингаляционном воздействии аммиака. *Токсикологический вестник*. 2002; (3): 17–21.
6. Камилджанов А.Х., Мирзакаримова М.А., Акбаров А.А. и др. *Бюллетень Ассоциации врачей Узбекистана*. Ташкент; 2003: 63–7.
7. Мирзакаримова М.А. В кн.: *Актуальные проблемы гигиены и экологии: Сборник научных трактатов*. Ташкент; 2005: 107–13.
8. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан. Ташкент; 2008.
9. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008–2011 годы). Ташкент; 2013.
10. Пинигин М.А. Гигиенические основы оценки суммарного загрязнения воздуха населенных мест. *Гигиена и санитария*. 1985; (1): 66–9.
11. Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха. *Гигиена и санитария*. 2001; 80 (1): 9–13.
12. Пинигин М.А., Бударина О.В., Сафиуллина А.А. Развитие гигиенических основ нормирования и контроля запаха в атмосферном воздухе и пути гармонизации в этой области. *Гигиена и санитария*. 2012; 91 (5): 72–5.
13. Руководство по методам определения вредных веществ в атмосферном воздухе. М.; 1974.
14. Сабирова З.Ф., Фаттахова Н.Ф., Пинигин М.А. Оценка и проблемы комбинированного и комплексного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2012; (6): 31–6.
15. Санотский И.А., Фоменко В.И. *Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм*. М.; 1979.
16. СанПиН РУз № 0293-11 «Гигиенические нормативы. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест на территории Республики Узбекистан». Ташкент; 2011.
2. Pokrovskiy A.A., ed. *Biochemical Methods of Research in the Clinic: Handbook [Biokhimicheskie metody issledovaniy v klinike: Spravochnik]*. Moscow; 1969. (in Russian)
3. Biryukova R.I. On the question of calculating the mean square in amplitude (amplitude). *Gigiena i sanitariya*. 1962; (7): 42–6. (in Russian)
4. Temporary methodical instructions No. 4681-88 to substantiate the maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. Moscow; 1989. (in Russian)
5. Kamil'dzhanov A.Kh., Dadazhanov Sh.N., Inoyatov F.Sh., Mirzakarimova M.A. Some indicators of the functional state of the liver and reproductive organs with inhalation exposure to ammonia. *Toksikologicheskij vestnik*. 2002; (3): 17–21. (in Russian)
6. Kamil'dzhanov A.Kh., Mirzakarimova M.A., Akbarov A.A. et al. *Byulleten' Assotsiatsii vrachey Uzbekistana*. Tashkent; 2003: 63–7. (in Russian)
7. Mirzakarimova M.A. In: *Actual Problems of Hygiene and Ecology: Collection of Scientific Treatises [Aktual'nye problemy gigieny i ekologii: Sbornik nauchnykh traktatov]*. Tashkent; 2005: 107–13. (in Russian)
8. National report on the state of the environment and the use of natural resources in the Republic of Uzbekistan. Tashkent; 2008. (in Russian)
9. National report on the state of the environment and the use of natural resources in the Republic of Uzbekistan (2008–2011). (in Russian)
10. Pinigin M.A. Hygienic basis for assessing the total air pollution in populated areas. *Gigiena i sanitariya*. 1985; (1): 66–9. (in Russian)
11. Pinigin M.A. Theory and practice of assessing the combined effect of chemical pollution of atmospheric air. *Gigiena i sanitariya*. 2001; 80 (1): 9–13. (in Russian)
12. Pinigin M.A., Budarina O.V., Safullina A.A. Development of hygienic basis for rationing and odor control in the ambient air and ways of harmonization in this area. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 91 (5): 72–5. (in Russian)
13. Guidance on methods for determining harmful substances in the air. Moscow; 1974. (in Russian)
14. Sabirova Z.F., Fattakhova N.F., Pinigin M.A. Assessment and problems of the combined and complex effects of environmental pollution on public health. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2012; (6): 31–6. (in Russian)
15. Sanotskiy I.A., Fomenko V.I. *The Long-term Consequences of the Effect of Chemical Compounds on the Body [Otvalennye posledstviya vliyaniya khimicheskikh soedineniy na organizm]*. Moscow; 1979. (in Russian)
16. SanPiN RUz № 0293-11 "Hygienic standards. List of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas on the territory of the Republic of Uzbekistan. Tashkent; 2011. (in Russian)

Поступила 13.09.16

Принята к печати 04.10.16

References

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.777:628.16.085

Жолдакова З.И.¹, Тульская Е.А.¹, Костюченко С.В.², Ткачев А.А.²

УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ МНОГОБАРЬЕРНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПАТОГЕНОВ, УСТОЙЧИВЫХ К ХЛОРИРОВАНИЮ

¹ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России, 119991, Москва;²НПО «ЛИТ», 107076, Москва

Применение ультрафиолетового (УФ) обеззараживания наиболее эффективно в совокупности с другими методами обеззараживания в составе многобарьерных схем водоподготовки. К УФ-воздействию чувствителен широкий спектр патогенов, включая патогены, устойчивые к хлорированию (вирусы и простейшие), оно приводит также к существенному снижению образования хлорорганических соединений. В работе дан обзор результатов внедрения многобарьерных схем обеззараживания с применением ультрафиолета на водоканалах крупных городов: Санкт-Петербурга и Нижнего Новгорода.

Ключевые слова: обеззараживание; ультрафиолет; хлорирование; устойчивость к хлорированию.

Для цитирования: Жолдакова З.И., Тульская Е.А., Костюченко С.В., Ткачев А.А. Ультрафиолетовое обеззараживание как элемент многобарьерной схемы очистки воды для защиты от патогенов, устойчивых к хлорированию. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 531-535. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-6-531-535>

Zholdakova Z.I.¹, Tulskaaya E.A.¹, Kostuchenko S.V.², Tkachev A.A.²

ULTRAVIOLET DISINFECTION AS AN ELEMENT OF MULTI-BARRIER APPROACH TO THE WATER TREATMENT FOR THE PROTECTION AGAINST CHLORINE-RESISTANT PATHOGENS

¹A. N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, Moscow, 119991, Russian Federation²Scientific Production Association "LIT", Moscow, 107076, Russian Federation;

Ultraviolet disinfection is the most efficient mode in combination with other disinfection methods within multi-barrier approach for the water treatment. UV disinfection being effective against a wide range of pathogens including the chlorine-resistant (viruses and protozoa) significantly reduces chlorine byproducts. This paper presents a review of

results of the implementation of multi-barrier lay-out with the application of UV disinfection at water and wastewater treatment plants of large cities: St. Petersburg and Nizhny Novgorod.

Key words: *disinfection, ultraviolet, chlorination, chlorine-resistant.*

For citation: Zholdakova Z.I., Tulskaia E.A., Kostuchenko S.V., Tkachev A.A. UV disinfection as an element of multi-barrier approach to the water treatment for the protection against chlorine-resistant pathogens. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(6): 531-535. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-6-531-535>

For correspondence: *Andrey A. Tkachev*, Deputy General Manager, Scientific Production Association "LIT", Moscow, 107076, Russian Federation. Email: tkachev@npo.lit.ru

Conflict of interest. Financial interest in relation to marketing of the described medical equipment, techniques, drug, etc. (Employee of the manufacturer).

Acknowledgment. The collective of authors thanks F.V. Karmazinov, E.D. Nefedova, A.A. Pavlov, Ch.A. Dziminskas for their assistance and support, kindly rendered in the preparation of this article, as well as all employees of the Department of Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare for St. Petersburg and the Nizhny Novgorod region.

Received: 10 April 2017

Accepted: 15 May 2017

Обеспокоенность профессионального мирового сообщества вызывает проблема удаления из воды вирусов, простейших и других патогенов, устойчивых к химическим методам обеззараживания. Эти патогены включают в себя *Cryptosporidium*, *Legionella*, *Escherichia coli* штамма O157 (*E. coli* O157), ротавирусы, норовирусы и др. Амебы, к примеру, могут вызывать серьезные поражения печени и головного мозга, *Legionella* способствует развитию тяжелой пневмонии, *Helicobacter pylori* часто связывают с развитием язвы желудка. К патогенам, имеющим водный путь распространения, возможно, относятся представители рода *Mycobacterium*. Краткий перечень наиболее распространенных водных патогенов и их свойства приведены в табл. 1 [1].

К настоящему моменту точные данные о доле инфицируемых водным путем отсутствуют; возможно лишь произвести косвенную оценку, анализируя статистику по заболеваемости, например до и после внедрения определенных барьерных технологий обеззараживания. В случае попадания патогенов в воду и начала распространения инфекции органы эпидемиологического надзора и здравоохранения зачастую не способны оценить и идентифицировать источник инфицирования, пока вспышка не достигнет значительных размеров [2]. Этот вопрос наиболее остро стоит в больших городах и мегаполисах, водоисточники которых зачастую подвергаются значительной антропогенной нагрузке вследствие высокой концентрации населения и транспорта, а также промышленных предприятий на относительно небольшой территории.

Современные исследования свидетельствуют, что вирусное загрязнение (в основном полио-, энтеро- и норовирусы) обнаруживается в большинстве (до 65%) проб сточных вод и значительно распространено в воде открытых водоемов (20% проб) [3]. Причем сезонный фактор не влияет на присутствие, но сказывается на частоте обнаружения различных типов вирусов [4].

Именно поэтому одной из важнейших задач органов санитарного надзора является контроль за соблюдением критериев обеспечения эпидемиологической безопасности воды, подаваемой населению. Задача по обеспечению безопасности воды может быть решена как использованием безопасного и защищенного водоисточника, так и совершенствованием технологий водоподготовки и обеззараживания воды.

В последние годы в индустриальных странах мира широко развиваются так называемые много- (или мульти-)барьерные схемы очистки и обеззараживания воды, суть которых состоит в обязательном применении нескольких (как минимум двух) технологий обеззараживания. В этих схемах сочетают хлорирование, ультрафиолетовую (УФ) обработку, озонирование, мембранную очистку на различных стадиях в определенных комбинациях в зависимости от конкретных задач и условий.

Одним из таких современных комплексных подходов к водоподготовке является внедрение УФ-обеззараживания на заключительном этапе технологической схемы водоподготовки вслед за другими методами обработки, которые могут включать в себя хлораммонизацию исходной речной воды, предварительное озонирование, химическую обработку воды, осветление в горизонтальных отстойниках или осветлителях со взвешенным осадком, фильтрацию на скорых фильтрах, вторичное хлорирование.

Основными стимулами, определяющими повсеместное применение УФ-обеззараживания в системах подготовки питьевой воды, являются недостаточная эффективность воздействия хлора и хлорсодержащих реагентов на некоторые опасные виды микроорганизмов (см. табл. 1) в совокупности с развивающейся мировой тенденцией к ограничению содержания в питьевой воде токсичных, мутагенных и канцерогенных галогенорганических соединений (ГСС), вызывающих целый спектр тяжелых заболеваний человека. Данные литературы свидетельствуют, что чувствительность различных микроорганизмов к воздействию дезинфектантов неодинакова. Например, эффективность действия хлора последовательно уменьшается в десятки раз в ряду: бактерии – бактериальные споры – вирусы – цисты простейших. Таким образом, наиболее устойчивы к действию хлора вирусы и патогенные простейшие [5].

При увеличении концентрации хлора для повышения эффективности острее проявляется проблема образования ГСС. Известно, что при хлорировании воды может образовываться большое количество хлорорганических соединений [6]. Вместе с тем в исследованиях, проведенных в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, показано, что при УФ-облучении водных растворов модельных веществ существенно уменьшаются количество и концентрации хлорсодержащих соединений (в том числе канцерогенов), образуемых при хлорировании водных растворов (табл. 2, 3).

Наряду с преимуществами обеззараживания ультрафиолетом обладает и определенными особенностями, которые необходимо принимать во внимание.

К ним следует отнести отсутствие эффекта последствия, характерного для химических способов обеззараживания и зачастую необходимого для водопроводных систем. Поэтому наиболее эффективно применение УФ-обеззараживания в комплексе с другими способами водоподготовки.

При использовании недостаточно высоких УФ-доз может наблюдаться эффект реактивации, который заключается в восстановлении микроорганизмом поврежденной цепочки ДНК. Исключение процесса реактивации [7] является одной из целей использования высоких УФ-доз (не менее 40 мДж/см²) во многих европейских странах, таких как Германия, Австрия, Франция, Норвегия, Швеция.

Для эффективного применения УФ-облучения вода должна обладать достаточно хорошей прозрачностью для УФ-волн (длина волны 254 нм). Необходимо отметить, что вода, удовлетворяющая требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» по физико-химическим показателям, обладает необходимой прозрачностью.

Кроме того, при применении УФ-облучения в дополнение к стандартным лабораторным методам санитарно-вирусологического контроля эффективности обеззараживания (таким как ОТ-ПЦР и ПЦР) в определенных случаях необходимо проведение биологического исследования в культурах ткани, что прямо указывается в МУК 4.3.2030-05 «Санитарно-вирусологический

Для корреспонденции: *Ткачев Андрей Анатольевич*, зам. ген. директора по технологии, НПО «ЛИТ», 107076, Москва. E-mail: tkachev@npo.lit.ru

контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением».

Наряду со многими зарубежными исследованиями и внедрениями в России накоплен собственный значительный научный и практический опыт по обеспечению эпидемиологической безопасности населения с использованием актуальных технологий водоподготовки и обеззараживания воды в крупных городах.

В начале 2000-х годов НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова (сегодня – Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова) и Институтом медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского совместно с НПО «ЛИТ» был проведен ряд исследований, направленных на изучение эффективности воздействия УФ-облучения на вирусы и цисты простейших (лямблий и криптоспоридий) [8]. В ходе работ были определены эффективные дозы УФ-облучения для различных типов вод.

Полученные данные легли в основу нормативных документов, которые послужили базой для широкого распространения УФ-обеззараживания в Российской Федерации.

Практический опыт. Знаковым проектом стало внедрение в 2005–2008 гг. на то время крупнейшей в мире комплексной системы обеззараживания (хлорирование + УФ) в Санкт-Петербурге. Аналогичная схема была реализована в Нью-Йорке (США) лишь в 2013 г.

Необходимость в применении комплексной технологии обеззараживания в первую очередь определялась высокой микробиологической нагрузкой водоемочника – реки Невы. Постоянный высокий уровень индикаторных микроорганизмов в водоемочнике свидетельствовал об интенсивном загрязнении реки, что требовало создания множественных барьеров при водоподготовке для обеспечения эпидемиологической безопасности питьевой воды.

В 2003–2008 гг. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализовало комплексную модернизацию системы обеззараживания питьевой воды, включавшую в себя замену жидкого хлора на гипохлорит натрия и хлораммонизацию и внедрение технологии УФ-обеззараживания. В результате были решены задачи по обеспечению безопасности эксплуатации водопроводных сооружений и повышению барьерной роли технологических схем водоподготовки в отношении устойчивых к хлору микроорганизмов.

Комплекс обработки воды УФ-облучением охватывает водоснабжение всего города и его пригорода. Максимальная сум-

Основные характеристики патогенов, передающихся водным путем

Патогены	Риск для здоровья	Сохранность в водоемочниках	Устойчивость к хлорированию	Относительная инвазивность
Бактерии				
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Высокий	Умеренная	Низкая	Умеренная
<i>Escherichia coli</i> – <i>pathogenic</i>	Высокий	Умеренная	Низкая	Низкая
<i>E. coli</i> – <i>enterohaemorrhagic</i>	Высокий	Умеренная	Низкая	Высокая
<i>Legionella</i> spp.	Высокий	Возможен рост	Низкая	Умеренная
<i>Salmonella typhi</i>	Высокий	Умеренная	Низкая	Низкая
Другие <i>Salmonella</i> spp.	Высокий	Возможен рост	Низкая	Низкая
<i>Shigella</i> spp.	Высокий	Низкая	Низкая	Умеренная
<i>Vibrio cholerae</i>	Высокий	Низкая	Низкая	Низкая
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Высокий	Длительная	Низкая	Низкая
Вирусы				
<i>Adenoviruses</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
<i>Enteroviruses</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
<i>Hepatitis A</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
<i>Hepatitis E</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
<i>Noroviruses</i> и <i>sapoviruses</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
<i>Rotaviruses</i>	Высокий	Длительная	Умеренная	Высокая
Простейшие				
<i>Cryptosporidium</i> <i>parvum</i>	Высокий	Длительная	Высокая	Высокая
<i>Entamoeba histolytica</i>	Высокий	Умеренная	Высокая	Высокая
<i>Giardia intestinalis</i>	Высокий	Умеренная	Высокая	Высокая

марная проектная производительность этой системы превышает 5,5 млн м³/сут [9].

После ввода в эксплуатацию всех блоков УФ-облучения на Главной водопроводной станции были проведены исследования по оценке эффективности работы УФ-оборудования. Анализ проб воды, отбравшихся в течение года после УФ-оборудования, позволил сделать заключение о том, что дополнительная обработка хлорированной питьевой воды УФ-облучением улучшает качество питьевой воды по микробиологическим показателям (рис. 1) [10].

Мониторинг вирусологических показателей в питьевой воде, осуществляемый службами Роспотребнадзора и ГУП «Водо-

Таблица 2

Продукты трансформации н-бутанола, образовавшиеся в результате хлорирования и хлорирования совместно с УФ-облучением (в мкг/л)

Продукт трансформации	Концентрация активного хлора, мг/л		Доза УФО, мДж/см ²	
	10	56	20	80
Хлороформ	35,2	87,2	–	–
Бромдихлорметан	3,6	4,0	–	–
Ацетон	38,4	28,8	24,0	4,4
1-Хлорпропан	–	22,8	–	–
1,1-Дихлорпропанон-2	–	1,6	–	–
1,1,1-Трихлорпропанон-2	–	5,2	–	–
1,2-Дихлорпропан	–	3,4	–	–
Тетрагидрофуран	–	–	4,8	1,2

Таблица 3

Продукты трансформации ацетофенона, образовавшиеся в результате хлорирования и хлорирования совместно с УФ-облучением (в мг/л)

Продукт трансформации	Концентрация активного хлора, мг/л		Доза УФО, мДж/см ²	
	10	56	20	80
Дихлорметан	36,8	53,6	–	–
Хлороформ	668,0	968,0	–	–
Бромдихлорметан	3,7	75,6	–	–
Тетрахлорметан	–	0,40	–	–
Бензол	0,52	1,3	–	–
Хлорбензол	0,68	10,8	–	–
Хлорацетофенон	следы	34,4	–	–
Бензойная кислота	–	172,8	–	–
Бромацетофенон	–	22,4	–	–

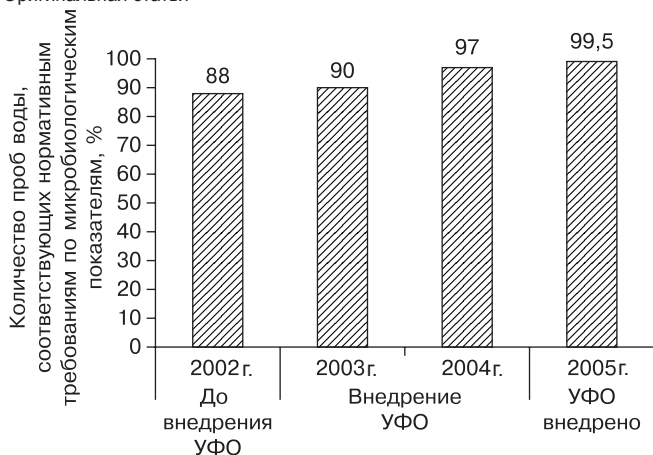


Рис. 1. Контроль качества питьевой воды по микробиологическим показателям на Главной водопроводной станции, Санкт-Петербург. Здесь и на рис. 2, 3: УФО – ультрафиолетовое облучение.

канал Санкт-Петербурга), а также исследования, проведенные НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, свидетельствуют о том, что в питьевой воде Санкт-Петербурга отсутствует вирусное загрязнение [11].

Данные об эффективности применения УФО-облучения, полученные в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», были в полной мере подтверждены исследованиями Управления Роспотребнадзора по Санкт-Петербургу. Заболеваемость вирусным гепатитом А снизилась со 124 случаев на 100 000 населения в 2004 г. до 3,3 случая на 100 000 в 2011 г. Таким образом, модернизация уже существовавшей технологии очистки воды была дополнена методом обеззараживания (УФО-облучение), что позволило повысить безопасность питьевой воды города. В результате жителям города подается безопасная в эпидемиологическом отношении вода, соответствующая установленным требованиям, а Санкт-Петербург относится к числу субъектов, наиболее благополучных по обеспечению населения доброкачественной питьевой водой [10].

Еще одним крупным объектом питьевого водоснабжения, на котором применены и реализованы УФО-технологии обеззараживания в комплексе с многоступенчатым процессом водоподготовки, стала Слудинская водопроводная станция в Нижнем Новгороде (120 000 м³/сут) [12]. Это одна из первых в России станций, которая использовала многобарьерный подход, и первая российская станция, на которой, помимо оптимизации традиционного процесса очистки воды, совместно используются такие современные технологии, как озонирование и УФО-обеззараживание.

Технологическая схема водоподготовки на Слудинской станции включает в себя преаммонизацию на всасывающей магистрали насосов первого подъема, первичное озонирование, первичное хлорирование, подачу коагулянта (сернокислого алю-



Рис. 2. Заболеваемость вирусным гепатитом А по нагорной части Н. Новгорода.

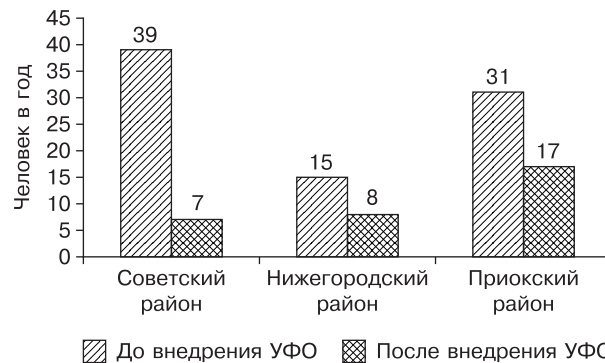


Рис. 3. Заболеваемость энтеровирусными инфекциями по нагорной части Н. Новгорода.

миния) в смеситель, использование флокулянта, осветление в горизонтальных отстойниках или осветлителях со взвешенным осадком, фильтрацию на скорых фильтрах, вторичное хлорирование, УФО-обеззараживание.

Наличие в схеме водоподготовки нескольких технологий, направленных на обеспечение эпидемиологической безопасности воды, не только обеспечивает исключительную надежность и универсальность схемы обеззараживания, но и позволяет минимизировать недостатки, свойственные каждому из методов в отдельности, и добиться максимальной эффективности от их использования [12].

Предварительная обработка воды хлораминами минимизирует образование хлорорганических соединений и поддерживает санитарное состояние сооружений. Озонирование повышает эффективность последующей очистки воды, позволяет снизить расход коагулянта и хлора, обеспечивает первичный барьер от микробного загрязнения. Применение озонирования также позволяет добиться высокой прозрачности воды для УФО-излучения, что делает более экономичным применение УФО-обеззараживания. Блок УФО-обеззараживания располагается на заключительном этапе подготовки воды перед подачей в сеть. Совместное применение гипохлорита натрия и УФО-обеззараживания в конце технологической схемы водоподготовки создает надежный барьер от любых инфекций и гарантирует сохранение эпидемиологической безопасности питьевой воды.

По заключению Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области «Об эпидемиологической эффективности ультрафиолетового обеззараживания» от 28.12.2011 № 08/18979 после внедрения УФО-облучения на Слудинской водопроводной станции заболеваемость вирусным гепатитом А по нагорной части Нижнего Новгорода, включающей в себя Нижегородский, Приокский и Советский районы, снизилась в 14 раз (рис. 2, 3). Экономический эффект только по снижению ущерба от вирусного гепатита А в названных районах составляет более 29 млн руб. в год. В настоящий момент в городе модернизированы еще две водопроводные станции, «Малиновая гряда» и «Ново-Сормовская», с применением тех же технологических решений, что и на Слудинской водопроводной станции. Максимальная производительность станций составляет 200 и 380 тыс. м³/сут соответственно.

Выводы

1. Ультрафиолетовое обеззараживание наиболее эффективно при его применении в совокупности с другими методами обеззараживания, обеспечивающими пролонгированное действие (например, хлорирование), в составе многобарьерных схем водоподготовки любой производительности.

2. Эффективность УФО-обеззараживания в отношении вирусов и цист простейших позволяет уменьшить дозировку хлорсодержащих реагентов, что приводит к уменьшению образования хлорорганических соединений.

3. Внедрение современных многобарьерных технологических схем очистки и обеззараживания воды из поверхностных источников может значительно улучшить санитарную и эпидемиологическую защиту населения, снизить его заболеваемость гепатитом и другими опасными вирусными заболеваниями.

Благодарности. Коллектив авторов благодарит Ф.В. Кармазинова, Е.Д. Нефедову, А.А. Павлова, Ч.А. Дзиминскаса за содействие и поддержку, любезно оказанные при подготовке данной статьи, а также всех сотрудников Управления Роспотребнадзора по Санкт-Петербургу и Нижегородской области.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Финансовый интерес в отношении маркетинга описываемого медицинского оборудования, методики, лекарства и т.п. (сотрудник компании-производителя).

Литература (п. 1, 2, 7 см. References)

- Сергеев В.И., Тряслобова М.А., Кудреватых Е.В., Кузовникова Е.Ж. Частота обнаружения непوليوмиелитных энтеровирусов в хозяйственно-фекальных стоках, воде и некоторых пищевых продуктах. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (6): 525–8.
- Перескокова М.А., Резник В.И., Исаева Н.В., Скопинков И.В., Шмелева В.А., Савосина Л.В. Характеристика сточных вод как индикатора циркуляции вирусов среди населения. *Дальневосточный журнал инфекционной патологии*. 2006; (8): 75–80.
- Кудрявцев Н.Н., Костюченко С.В., Зайцева С.Г. и др. Схемы применения ультрафиолетового обеззараживания в системах питьевого водоснабжения. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2008; (4): 23–7.
- Тулская Е.А., Рахманин Ю.А., Жолдакова З.И. Обоснование показателей безопасности для контроля за применением химических средств обеззараживания воды и необходимости гармонизации их с международными требованиями. *Гигиена и санитария*. 2012; (6): 88–91.
- Романенко Н.А., Новосильцев Г.И., Недачин А.Е. и др. УФ-излучение и его воздействие на вирусы и цисты простейших. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2001; (12): 13–6.
- Кармазинов Ф.В., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Храменков С.В. (ред.). *Ультрафиолетовые технологии в современном мире*. Долгопрудный: Интеллект; 2012.
- Кинебас А.К. Внедрение обеззараживания воды гипохлоритом натрия и ультрафиолетовым облучением в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2005; (12, ч. 1): 16–20.
- Жебрун А.Б., Малышев В.В., Кафтырова Л.А. и др. Обеспечение эпидемиологической безопасности питьевой воды Санкт-Петербурга. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2007; (7, ч. 2): 9–12.
- Павлов А.А., Дзиминскас Ч.А., Костюченко С.В. и др. Современные технологии подготовки питьевой воды на Слудинской водопроводной станции Нижнего Новгорода. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2010; (1): 10–6.

References

- Technical guidance on water-related disease surveillance. Ed. E. Funari, T. Kistemann, S. Herbst and A. Rechenburg. WHO (World Health Organization); 2011: 7. URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/149184/e95620.pdf (01.04.2017)
- Payment P. Diseases associated with drinking water supplies that meet treatment and indicator specifications. In: Grabow W.O.K. (Ed.). *Water and public health. Encyclopedia of life support systems [EOLSS]*. Oxford: Eolss Publishers, 2004.
- Sergevin V.I., Tryasolobova M.A., Kudrevatykh E.V., Kuzovnikova E.Zh. The frequency of detection of non-polio enteroviruses in foul and fecal waste waters, water and some food products. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (6): 525–8. (in Russian)
- Pereskokova M.A., Reznik V.I., Isaeva N.V., Skopinok I.V., Shmeleva V.A., Savosina L.V. Wastewater parameters as the indicator of virus spreading among people. *Dal'nevostochnyy zhurnal infektsionnoy patologii*. 2006; (8): 75–80. (in Russian)
- Kudryavtsev N.N., Kostyuchenko S.V., Zaytseva S.G. Schemes of application of UV disinfection in potable water supply systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2008; (4): 23–7. (in Russian)
- Tul'skaya E.A., Rakhmanin Yu.A., Zholdakova Z.I. Justification of both safety indices for control over the use of chemicals for water disinfection and need to harmonize them with international requirements. *Gigiena i sanitariya*. 2012; (6): 88–91. (in Russian)
- Sommer R., Lhotsky M., Haider T., Cabaj A. UV inactivation, liquid-holding recovery, and photoreactivation of Escherichia coli O157 and other pathogenic Escherichia coli strains in water. *J. Food Prot.* 2000; 63 (8): 1015–20.
- Novosil'tsev G.I., Nedachin A.E., Artem'eva T.Z. et al. UV light and its effect on viruses and protozoan cysts. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2001; (12): 13–6. (in Russian)
- Karamzinov F.V., Kostyuchenko S.V., Kudryavtsev N.N., Khramenkov S.V. (eds). *Ultraviolet technologies in the modern world*. Dolgoprudny: Intellekt, 2012. (in Russian)
- Kinebas A.K. Introduction of water disinfection with sodium hypochlorite and by ultraviolet irradiation into the water supply and water disposal systems of St. Petersburg. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2005; (12, p. 1): 16–20. (in Russian)
- Zhebrun B., Malyshev V.V., Kaftyrova L.A. et al. Ensuring of epidemiological safety of potable water in St. Petersburg. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2007; (7, p. 2): 9–12. (in Russian)
- Pavlov A., Dziminskas Ch.A., Kostyuchenko S.V., Zaytseva S.G. Modern technologies of potable water preparation at the Sludinskaya waterworks of Nizniy Novgorod. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2010; (1): 10–6. (in Russian)

Поступила 10.04.17
Принята к печати 15.05.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.876:621.375.826:006

Рахманов Б.Н.¹, Пальцев Ю.П.², Кибовский В.Т.³

ПРОБЛЕМА ПРОТИВОРЕЧИЙ В НОРМАТИВНОЙ БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 105005, Москва;

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва;

³Центр по оценке соответствия и подтверждению качества оборудования, изделий и технологий АНО «АтомТехноТест», 123022, Москва

В статье представлена противоречивая ситуация, сложившаяся в сфере государственного регулирования безопасного применения лазерной продукции. Лазерное излучение относится к категории опасных и вредных физических факторов воздействия прежде всего потому, что оно способно нанести непоправимый вред зрительному аппарату человека. Меры государственного регулирования включают в себя разработку и эффективное применение нормативных документов, обеспечивающих лазерную безопасность как в производственной деятельности человека, так и в быту. К началу 1990-х годов в России была в основном разработана нормативная база, основанная на применении показателей безопасности лазерной продукции (ПДУ лазерного излучения и классов опасности лазерных изделий), регламентированных в «Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров» № 5804-91 (далее – СН № 5804-91). В последние годы на территории РФ были введены в действие национальные стандарты, идентичные стандартам МЭК серии IEC 60825. Показатели безопасности, регламентированные в этих стандартах, оказались намного мягче, чем аналогичные показатели, регламентированные в СН № 5804-91. Введение в действие стандартов серии IEC 60825 значительно понижает уровень безопасности лазерной техники и ведет к дезориентации отечественного производителя и потребителя лазерной продукции. В данной работе проведен критический анализ показателей лазерной безопасности, регламентированных в стандартах серии IEC 60825, и оценена правомерность введения таких стандартов на территории РФ. Предложены меры по разрешению проблемы противоречий в отечественной нормативной базе лазерной безопасности как путем совершенствования санитарно-гиги-