

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Манаева Е.С., Жолдакова З.И., Мамонов Р.А., Беляева Н.И., Голландцева А.И.

**ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕЧНЯ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МОСКВЫ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119121, Москва

Введение. Согласно законодательству, качество воды в водоёмах необходимо контролировать не только по единым для всех водных объектов страны показателям, но и согласно списку приоритетных загрязнений, характерных для конкретного региона. Однако выбор приоритетных загрязнений осуществляется не всегда корректно.

Цель работы – разработка предложений по оптимизации перечня контролируемых показателей качества воды водного объекта на примере р. Москвы.

Материал и методы. Исследования проводились в два этапа: по ретроспективному анализу результатов трёхлетних наблюдений за качеством воды р. Москва и её притоков трёх контролирующих организаций (аналитическая лаборатория ДПиООС, Мосводоканал и Мосводосток) и по собственным исследованиям качества воды рр. Москва и Городня. В статье не приведены результаты расширенных исследований содержания органических химических соединений в воде. Применялись статистические методы с определением среднего, медианы и максимальных значений.

Результаты. Показатели, постоянно превышающие нормативы: рН, взвешенные вещества, мутность, растворённый кислород, ХПК, БПК, натрий, алюминий, кальций, марганец, железо, никель, кадмий, свинец, ион аммония, фосфат-ион и хлорид-ион.

Заключение. Предложены рекомендации, направленные на оптимизацию перечня контролируемых показателей:

- включить в обязательный перечень ртуть;
- при превышении нормативов органолептических показателей, ХПК и БПК проводить дополнительные исследования;
- исключить из постоянно контролируемых: минерализацию, общую жёсткость, калий и магний;
- увеличить частоту контроля за содержанием в воде кальция и натрия в зимне-весенний период;
- на законодательном уровне обязать предприятия передавать пробы на исследования в независимую единую лабораторию;
- проводить постоянный контроль качества воды Москвы-реки непосредственно у места выпуска сточных вод для источников загрязнения всех типов, а также у устьев малых рек, впадающих в р. Москву в черте города.

Ключевые слова: река Москва; предельно допустимая концентрация (ПДК); превышение ПДК; химическое загрязнение воды; сточные воды; снеготаяльные пункты; охрана поверхностных вод; окружающая среда; здоровье населения; оптимизация перечня контролируемых показателей.

Для цитирования: Манаева Е.С., Жолдакова З.И., Мамонов Р.А., Беляева Н.И., Голландцева А.И. Обоснование оптимального перечня контролируемых показателей для обеспечения безопасного водопользования населения на примере реки Москвы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(12): 1363-1369. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1363-1369>

Для корреспонденции: Манаева Елизавета Сергеевна, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенической оценки и прогнозирования токсичности веществ Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью, 119121, Москва. E-mail: emanaeva@cspmrz.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Манаева Е.С., Жолдакова З.И.; сбор и обработка материала – Манаева Е.С., Голландцева А.И.; статистическая обработка – Манаева Е.С., Беляева Н.И.; написание текста – Манаева Е.С.; редактирование – Жолдакова З.И., Мамонов Р.А.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 17.06.2019

Принята к печати 17.09.19

Опубликована: декабрь 2019

Manaeva E.S., Zholdakova Z.I., Mamonov R.A., Belyaeva N.I., Gollandtseva A.I.

**VERIFICATION OF AN OPTIMAL LIST OF MONITORED INDICES TO PROVIDE SAFE WATER USE
ON THE EXAMPLE OF THE MOSCOW RIVER**

Center for Strategic Planning, Moscow, 119121, Russian Federation

Introduction. According to the legislation, the water quality of reservoirs should be monitored not only by one index for all water bodies of the country but also according to the priority list pollution specific for a particular region. However, the choice of priority pollution is not always correct.

The aim of the work is to develop proposals for optimizing the list of monitored water quality indices of a water body using the example of the Moscow River.

Material and methods. The studies are conducted in two stages: a retrospective analysis of the results of three-year observations of the quality of water in the Moscow River and its tributaries of the three controlling organizations (the Analytical Laboratory of the Department for Environmental and Environmental Safety, Mosvodokanal and Mosvodostok); and own research of the water quality of the rivers Moscow and Gorodnya. The article does not present the results of extended studies of the content of organic chemical compounds in water: mean, median and maximum values were determined by statistical methods.

Results. Indices are constantly exceeding standards: pH, suspended solids, turbidity, dissolved oxygen, COD, BOD, sodium, aluminum, calcium, manganese, iron, nickel, cadmium, lead, ammonium ion, phosphate ion, and chloride ion.

Conclusion. It is proposed recommendations to optimize the list of monitored indices:

- include mercury in the mandatory list;
- It should be conducted additional research if the standards of organoleptic indices, COD and BOD are exceeded;
- exclude mineralization, total hardness, potassium and magnesium from constantly controlled indices;
- increase the frequency of monitoring the content of calcium and sodium in water in the winter-spring period;
- oblige enterprises to transfer samples at the legislative level for research to an independent, unified laboratory;
- carry out continuous monitoring of the purity of the water of the Moscow River directly at the site of the release of wastewater for pollution sources of all types, as well as at the mouths of small rivers, flowing into the Moscow River within the city.

Keywords: Moscow River; maximum permissible concentration (MPC); MPC excess; chemical pollution of water; wastewater; snow melting points; surface water protection; environment; public health; optimization of the list of monitored indices.

For citation: Manaeva E.S., Zholdakova Z.I., Mamonov R.A., Belyaeva N.I., Gollandtseva A.I. Verification of an optimal list of monitored indices to provide safe water use on the example of the Moscow River. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(12): 1363-1369. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1363-1369>

For correspondence: Elizaveta S. Manaeva, Ph.D., senior research officer of laboratory for environmental hygienic assessment and prediction of toxicity of substances researcher of the environmental health department, Center for Strategic Planning, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: emanaeva@cspmz.ru

Information about authors: Manaeva E.S., <https://orcid.org/0000-0003-1048-6342>
Zholdakova Z.I., <https://orcid.org/0000-0001-5658-623X>; Mamonov R.A., <https://orcid.org/0000-0002-6540-6015>
Belyaeva N.I., <https://orcid.org/0000-0002-9904-3793>; Gollandtseva A.I., <https://orcid.org/0000-0003-0134-1088>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Concept and design of the study – Manaeva E.S., Zholdakova Z.I.; collection and processing of material - Manaeva E.S., Gollandtseva A.I.; statistical processing – Manaeva E.S., Belyaeva N.I.; writing text – Manaeva E.S.; editing – Zholdakova Z.I., Mamonov R.A.; approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: June 17, 2019

Accepted: September 17, 2019

Published: December 2019

Введение

В России обоснованы гигиенические предельно допустимые концентрации (далее – ПДК)¹, ориентировочно допустимые уровни (ОДУ)² для почти двух тысяч веществ и более чем тысячи веществ – рыбохозяйственные ПДК³. Согласно данным ВОЗ, на сегодняшний момент синтезировано более ста миллионов химических соединений, миллионы из них применяются в разнообразных сферах производства [1, 2]. И скорее всего эта цифра будет постоянно расти [3]. Некоторые водные объекты загрязнены сотнями веществ [4–6]. Однако регулярный мониторинг в воде всех возможных загрязняющих воду веществ – невыполнимая задача, так как требует финансовых затрат, непосильных даже для экономически развитых стран [7–10]. Поэтому назрела необходимость выделения приоритетных контролируемых показателей [11–14].

Понятие «приоритетное вещество» стало использоваться только в середине 80-х годов прошлого века, тогда в США впервые был составлен перечень таких веществ. Это направление продолжает активно развиваться, и большинство стран создали собственные системы определения приоритетности загрязнений водных объектов [15].

Согласно гигиеническим требованиям к охране поверхностных вод⁴, при определении системы контроля химических за-

грязнений предложено использовать два взаимодополняющих подхода:

1. Контроль по единому, общему и установленному для всех водных объектов страны перечню ограниченного числа показателей, в том числе по содержанию всех распространённых веществ и обобщенных показателей.

2. Выбор для контроля приоритетных показателей, учитывающих региональные особенности водного объекта. Иными словами, выбор с ориентацией на вещества, наиболее опасные для здоровья населения и свойственные для сточных вод, сбрасываемых в водные объекты региона.

Таким образом, качество воды водного объекта контролируется как по общим показателям, единым для всех водных объектов России, так и по дополнительному перечню приоритетных загрязнений, характерных для конкретного региона. Следовательно, законодательство позволяет оптимизировать контроль качества воды водных объектов, сфокусировав внимание на тех веществах, которые действительно представляют опасность для окружающей среды и здоровья населения.

В связи с этим целью работы являлась разработка предложений по оптимизации перечня контролируемых показателей качества воды водного объекта на примере р. Москвы и обоснование плана программы исследований с указанием контрольных створов и контролируемых показателей.

Материал и методы

Объектом исследования являлась вода р. Москва в черте города и за его пределами [16]. Исследования проводились в два этапа. На первом этапе был выполнен ретроспективный анализ результатов 3-летних наблюдений (2013–2015 гг.) за качеством воды р. Москва и её притоков в черте города, а также в местах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования за пределами города. Для объективной оценки загрязнения р. Москвы соотнесли результаты анализов, выполненных несколькими уполномоченными контролирующими организациями. Данные были предоставлены Департаментом природопользования и охраны окружающей среды города Москвы (далее – ДПиООС), включающие в себя данные лабораторий Мосводостока, Мосводоканала и аналитической лаборатории ДПиООС (далее – Ана-

¹ ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» с изменениями и дополнениями. Постановление от 30.04.2003 г. № 78 (ред. от 13.07.2017). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

² ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» с изменениями и дополнениями. Постановление от 19.12.2007 г. № 90 (ред. от 16.09.2013). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

³ Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Available at: <http://www.consultant.ru/>.

⁴ СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

литическая лаборатория) в объёме более полутора тысяч измерений. Всего анализ проведён в 50 створах рек, в том числе в р. Москве – 17.

На втором этапе проводились собственные исследования качества воды непосредственно р. Москва в 8 контрольных створах, и два дополнительных были взяты в р. Городне в период зимней межени и весеннего снеготаяния для оценки влияния на качество воды р. Москвы^{5,6}. Привязка створов осуществлялась с учётом крупных источников загрязнения (или группы таких источников, как речные коллекторы), а также индивидуальных особенностей гидрологического режима р. Москвы – небольшой скорости течения и достаточно медленного перемешивания речных и сточных вод, обусловленного зарегулированностью стока как в черте мегаполиса, так и за его пределами; водозабором воды станцией в посёлке Рублёво и санитарным обводнением реки; вследствие переброса волжской воды по каналу имени Москвы.

Забор проб для исследований проводили в критические фазы гидрологического года в 2014–2015 гг.: во время летне-осенней межени (июль, сентябрь 2014), во время осеннего увлажнения (октябрь 2014), зимней межени (февраль 2015) и весеннего половодья (март 2015). Пункты наблюдения за качеством воды выделялись в соответствии с принципами создания наблюдательной сети мониторинга поверхностных вод и с действующими критериями оценки состояния поверхностных водоисточников⁷.

Данные исследования включали: стандартный анализ воды на взвешенные вещества, общую жёсткость, минерализацию, рН, растворённый кислород, химическое потребление кислорода (далее – ХПК), биохимическое потребление кислорода (далее – БПК), нитритный азот, нитратный азот, аммонийный азот, гидрокарбонаты, хлориды, фосфаты, сульфаты, натрий, калий, магний, кальций, нефтепродукты. Неорганические вещества определены по 31 показателю. В статье не приведены результаты расширенных исследований содержания органических химических соединений в воде. Применялись статистические методы с определением среднего, медианы и максимальных значений.

Результаты

Ретроспективный анализ. Анализ данных, полученных контролирующими организациями, проводился в соответствии с требованиями санитарных правил по охране водных объектов. Весь анализируемый материал содержит более тысячи показателей.

Сведения о количестве створов и показателей, определяемых контролирующими организациями, представлены в табл. 1.

Сравнительный анализ данных показывает, что перечни контролируемых створов у данных организаций не в полной мере совпадают между собой. Контролирующие организации определяют такие общие показатели качества воды, как взвешенные вещества, мутность, БПК, ХПК, растворённый кислород. При этом Мосводоканал не контролирует показатели прозрачности, сухого остатка и окисляемости. Окисляемость не контролируется также и Аналитической лабораторией. Мосводосток не измеряет количе-

⁵ ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» (введён Постановлением Госстандарта СССР от 25.03.1985 г. № 774). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200008297>.

⁶ ГОСТ 31861-2012 «Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб» (введён Приказом от 29.11.2012 г. № 1513-ст). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

⁷ РД 52.24.309-2016 «Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши» (введён в действие Приказом Росгидромета от 20.12.2016 г. № 585). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

Таблица 1

Количество створов, показателей, контролируемых различными организациями

| Организация | Количество створов наблюдения | Количество показателей |
|--------------|-------------------------------|------------------------|
| ДПиООС | 45 | 42 |
| Мосводоканал | 13 | 26 |
| Мосводосток | 14 | 24 |

ство кислорода. Мосводосток и Мосводоканал не контролируют содержание таких веществ, как мышьяк, кальций, хром (6+), селен, натрий, молибден, фториды. Лаборатория Мосводостока не измеряет такие показатели, как фосфат-ион, фосфаты по Р, алюминий, сульфиды; Мосводоканал не контролирует кобальт, кадмий, хром общий.

Что касается интегральных показателей загрязнённости воды органическими соединениями, Аналитическая лаборатория проводит анализ нефтепродуктов, фенолов, формальдегидов и поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ). В то время как Мосводоканал не контролирует содержание формальдегидов в воде, а Мосводосток из четырёх показателей контролирует только один – нефтепродукты.

Медиана значений содержания взвешенных веществ в воде превышает двукратное значение ПДК в рр. Сетунь, Пресня и Таракановка (табл. 2). Критического уровня достигло содержание взвешенных веществ в рр. Таракановка, Филька, Котловка и в ручье Ваганьковский Студенец: ПДК взвешенных веществ была превышена в 10–80 раз в точках максимума. Значения ХПК и БПК во всех притоках Москвы-реки не превышают двукратных значений нормативов, за исключением рр. Неглинка и Таракановка.

Таблица 2

Значения превышений нормативов, установленные для показателей БПК, ХПК и взвешенных веществ в контролируемых створах Аналитической лаборатории, Мосводоканала и Мосводостока

| Точка исследования, № | Водный объект | Значение норматива, мг/л | | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | | 4 | | 30 | | 10 | |
| | | БПК5 | | ХПК | | Взвешенные вещества | |
| | | медиана | максимальное значение | медиана | максимальное значение | медиана | максимальное значение |
| 1 | Керосиновый ручей | 3,475 | 9,4 | 31 | 54 | 8,6 | 37 |
| 2 | Сходня | 1,8 | 8,7 | 29,05 | 50,5 | 7,85 | 33 |
| 3 | Соболевский ручей | 3,18 | 9,6 | 26 | 87,1 | 6,45 | 55 |
| 4 | Ваганьковский Студенец | 5,11* | 26,28 | 40,5 | 184 | 15,5 | 260 |
| 5 | Пресня | 6,125 | 36,3 | 46,4 | 213 | 25 | 242 |
| 6 | Сетунь | 4,4 | 16 | 38,55 | 86,2 | 27,5 | 90,6 |
| 7 | Таракановка | 5,7 | 38,75 | 49,75 | 298 | 39 | 789 |
| 8 | Филька | 4,125 | 14 | 34,2 | 95,6 | 15,25 | 300 |
| 9 | Неглинка | 3,64 | 68 | 31,7 | 109 | 11 | 142 |
| 10 | Яуза | 3,835 | 18 | 34 | 74,7 | 11,85 | 89 |
| 11 | Нищенка | 3,8 | 8,7 | 35,1 | 85 | 11,2 | 35 |
| 12 | Чура | 4,41 | 26,5 | 38 | 72 | 16 | 68 |
| 13 | Котловка | 3,33 | 18 | 29,2 | 89,1 | 8,6 | 122 |
| 14 | Городня | 4,38 | 8 | 35,05 | 49,9 | 14 | 34 |
| 15 | Москва | 2,66 | 7,9 | 26,7 | 56,2 | 5,8 | 94 |

Примечание. Здесь и в табл. 3: * – жирным шрифтом выделены превышения ПДК в первом по значимости столбце.

Таблица 3

Значения превышений ПДК, установленной для показателей марганца, никеля, свинца и кадмия в контролируемых створах Аналитической лаборатории, Мосводоканала и Мосводостока

| Точка исследования, № | Водный объект | Значение ПДК, мг/л | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| | | 0,1 | | 0,02 | | 0,01 | | 0,001 | |
| | | Марганец, мг/л | | Никель, мг/л | | Свинец, мг/л | | Кадмий, мг/л | |
| | | медиана | максимальное значение | медиана | максимальное значение | медиана | максимальное значение | медиана | максимальное значение |
| 1 | Керосиновый ручей | 0,138 | 0,391 | 0,01 | 0,066 | 0,006 | 0,036 | 0,001 | 0,005 |
| 2 | Сходня | 0,157 | 0,205 | | 0,059 | 0,013 | 0,02 | 0,001 | 0,002 |
| 3 | Соболевский ручей | 0,046 | 0,618 | 0,01 | 0,059 | 0,006 | 0,011 | 0,001 | 0,005 |
| 4 | Ваганьковский Студенец | 0,148 | 1,119 | 0,01 | 0,089 | 0,006 | 0,033 | 0,001 | 0,005 |
| 5 | Пресня | 0,15 | 0,695 | 0,01 | 0,136 | 0,006 | 0,053 | 0,001 | 0,005 |
| 6 | Сетунь | 0,208 | 0,371 | 0,002 | 0,013 | 0,001 | 0,011 | 0,0001 | 0,001 |
| 7 | Таракановка | 0,16 | 0,44 | 0,01 | 0,117 | 0,006 | 0,056 | 0,002 | 0,005 |
| 8 | Филька | 0,17 | 1,121 | 0,01 | 0,179 | 0,006 | 0,029 | 0,001 | 0,005 |
| 9 | Неглинка | 0,13 | 0,37 | 0,01 | 0,109 | 0,006 | 0,015 | 0,001 | 0,005 |
| 10 | Яуза | 0,174 | 0,51 | 0,01 | 0,128 | 0,006 | 0,062 | 0,002 | 0,005 |
| 11 | Нищенка | 0,234 | 0,903 | 0,01 | 0,189 | 0,006 | 0,017 | 0,001 | 0,005 |
| 12 | Чура | 0,077 | 0,942 | 0,01 | 0,075 | 0,006 | 0,042 | 0,001 | 0,005 |
| 13 | Котловка | 0,1 | 0,623 | 0,01 | 0,106 | 0,006 | 0,02 | 0,001 | 0,005 |
| 14 | Городня | 0,127 | 0,67 | 0,002 | 0,01 | 0,001 | 0,006 | 0,0001 | 0,005 |
| 15 | Москва | 0,07 | 1 | 0,005 | 0,2 | 0,0014 | 0,12 | 0,0006 | 0,005 |

Как видно из табл. 3, содержание марганца превышало ПДК в 2 раза в рр. Сетунь и Нищенка, однако во всех остальных исследованных притоках р. Москвы, за исключением р. Чура и Соболевского ручья, медиана значений хоть и не в 2 раза, но превышала ПДК. Медиана значений содержания никеля в изученных створах не превышала значения ПДК. Но отдельные пробы на содержание никеля, известного как канцероген, превышали ПДК в 3–10 раз для всех притоков р. Москвы за исключением рр. Сетунь и Городня. Кроме того, в самой р. Москве в некоторых точках значения содержания никеля достигали 0,2 мг/л, что выше ПДК в 10 раз. Медиана полученных значений измерений содержания свинца в р. Сходня превышала ПДК. Однако максимальные значения содержания свинца в притоках были сопоставимы или выше значений ПДК в 2–6 раз во всех притоках за исключением р. Городня. В самой р. Москве данные по содержанию свинца неоднократно достигали максимума с превышением ПДК в 10 раз. Медиана значений содержания кадмия выше ПДК в 2 раза для рр. Таракановка и Яуза. Максимальные значения выше ПДК кадмия практически для всех изученных водных объектов, кроме р. Сетунь. Кроме того, во всех изученных водных объектах неоднократно наблюдались превышения по алюминию, натрию и железу.

Максимальные значения содержания иона аммония в анализируемых пробах воды выше двукратного значения ПДК в большинстве точек измерения: Москва-река, рр. Сетунь, Сходня, ручей Ваганьковский Студенец, Керосиновый ручей, рр. Неглинка, Таракановка, Филька и Чура. Разовые показания значений содержания фосфат-иона в некоторых створах Москвы-реки значительно выше значений ПДК (в 5 раз выше норматива). Кроме того, зафиксировано максимальное значение содержания хлорид-ионов в р. Пресня с двукратным превышением ПДК.

Таким образом, исходя из результатов ретроспективного анализа, можно заключить, что в большинстве притоков и в самой Москве-реке превышены допустимые уровни содержания в воде таких высокоопасных веществ, как свинец, никель и кадмий, а также марганец, хлорид-, фосфат-ионов и ионов аммония.

Собственные исследования. Анализ ретроспективных данных о загрязнении воды р. Москва не позволяет на их основе составить перечень показателей загрязнения воды реки. Поэтому

проведены собственные исследования с применением современных методов химической идентификации веществ в воде.

Отбор проб осуществлялся в восьми створах Москвы-реки в местах полного смешения речной воды со сточными водами и водами, поступающими из различных коллекторов и притоков (точки № 1–8):

- 1) фоновый створ для г. Москвы и водозабора;
- 2) створ с минимальным количеством источников загрязнения, зона смешения с волжской водой;
- 3) зона смешения речных и сточных вод после впадения р. Сетунь и вышележащих речных коллекторов – Пресни, Студенца Ваганьковского, Фильки, Таракановки;
- 4) зона смешения вод после впадения р. Яузы и речных коллекторов – Неглинки и др.;
- 5) зона впадения коллекторов – рр. Котловка, Чура, Нищенка; и фоновый створ для канализационно-очистой станции (далее – КОС), крупного источника сброса сточных вод города;
- 6) зона смешения речных и сточных вод после сброса КОС, а также сточных вод Капотни;
- 7) зона смешения вод после впадения р. Городня;
- 8) воды после впадения р. Пехорки – транзит сточных вод Люберецкой станции аэрации.

Кроме того, в 2015 г. в период зимней межени и весеннего снеготаяния для уточнения влияния воды р. Городни на качество воды р. Москвы были введены две дополнительные точки:

9) на 500 м выше очистных сооружений поверхностного стока для оценки качества речного стока до смешения (под мостом Царицынского путепровода);

10) на 500 м ниже очистных сооружений поверхностного стока для оценки качества речного стока после смешения, влияния на качественный состав воды р. Москвы (на выходе из коллектора на территории ГМЗ «Царицыно»).

В табл. 4 представлен наиболее показательный период исследования, наглядно характеризующий изменения в качестве воды реки.

Отклонения касались величин БПК₅ и ХПК, показателей биологического загрязнения воды (группы азота). Так, в зимний период значения ХПК были превышены в 1,3–2,5 раза, в период половодья, в летний и осенний периоды значения БПК и ХПК

Таблица 4

Средние значения превышений нормативов в зимний период (февраль), установленные для БПК, ХПК, взвешенных веществ, ионов аммония, марганца, кальция, железа, натрия, в контролируемых створах собственных исследований

| Показатель, мг/л | Точка наблюдения | | | | | | | | | | Норматив |
|---------------------|------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| БПК ₅ | 2 | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 1 | 2,20 | 2 | 2,5 | 2,9 | 2,2 | 4 |
| ХПК | 38,1 | 52,5 | 64,1 | 70,2 | 52,4 | 75,8 | 39,7 | 62,7 | 47,1 | 23,9 | 30 |
| Взвешенные вещества | 1,8 | 1,6 | 2,4 | 0,6 | 1,2 | 1,6 | 2,6 | 1,8 | 1,6 | 2,1 | 10 |
| NH ₄ | 0,44 | 0,35 | 0,53 | 0,51 | 0,67 | 8,42 | 5,38 | 5,35 | 6,29 | 1,65 | 1,5 |
| Cl | 23,6 | 31,6 | 69,7 | 56 | 112 | 117 | 104 | 106 | 502 | 312 | 350 |
| Mn | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,59 | 0,38 | 0,1 |
| Ca | 71,1 | 60,1 | 66,0 | 77,8 | 61,1 | 60,4 | 62,2 | 60,5 | 148,0 | 95,5 | 25–130 |
| Fe | 0,134 | 0,053 | 0,13 | 0,211 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,18 | 1,03 | 0,76 | 0,3 |
| Na | 17,74 | 22,39 | 41,4 | 93,77 | 94,56 | 95,32 | 101,2 | 101,1 | 792,4 | 318,8 | 200 |

были сопоставимы с установленными нормативами или немного выше. Количество ионов аммония в нижнем течении реки было значительно выше допустимых норм во все сроки наблюдения. Начиная с точки № 6 и далее содержание ионов аммония превышено в 3,6–7,7 раза в сравнении со значением ПДК. Следует отметить, что ниже сброса талых вод в результате разбавления и, вероятно, биологического окисления (створ № 10) значения содержания ионов аммония существенно снижались.

В осенне-летний период во всех исследованных створах не было обнаружено превышений ПДК химических веществ. Однако в зимний период в двух дополнительных точках (№№ 9, 10) было обнаружено превышение гигиенических ПДК по натрию – до 792,4 мг/л, кальцию – до 148 мг/л и железу – до 1,03 мг/л. Количество марганца в точках №№ 5–10 превышало ПДК в 1,1–5,9 раза и увеличивалось ниже по течению реки (см. табл. 4).

Обсуждение

Ретроспективный анализ. Количество неорганических химических веществ, анализируемых тремя организациями, варьирует от 16 до 30, и перечни этих веществ совпадают не полностью. Так, Аналитическая лаборатория определяет содержание калия и магния. Но данные показатели не могут характеризовать опасность загрязнения воды Москвы-реки как пресноводного объекта.

В Москве-реке и большинстве её притоков превышены ПДК таких высокоопасных и токсичных неорганических веществ, как кадмий, свинец, никель и марганец, а также фосфаты, которые не являются токсичными, но их наличие в воде провоцирует чрезмерное развитие микроводорослей, в том числе – синезелёных. В связи с этим в настоящее время во многих развитых странах запрещается использование фосфатов в средствах бытовой химии. Другие неорганические вещества – магний, калий, кальций, сульфаты и пр. – были обнаружены в безопасной для человека и водной биоты концентрации.

Наиболее высокие значения превышения ПДК иона аммония наблюдались в Москве-реке и составили 4 ПДК, что свидетельствует о загрязнении реки органическими соединениями.

Уровень ХПК и БПК как общий показатель содержания органических веществ в воде практически во всех притоках Москвы-реки не превысил двукратного значения норматива. Однако содержание органических веществ, отчасти определяемое по ХПК, – это в основном высокомолекулярные вещества, в числе которых могут быть стабильные, опасные для биоты соединения, которые при поступлении в водный объект находятся в толще воды и тем самым не могут быть выявлены при стандартном отборе проб. Помимо этого веществами, способствующими повышению ХПК, могут быть поверхностно-активные вещества (ПАВ), мономеры, флокулянты и некоторые другие полимеры, большинство из которых хоть и считаются малоопасными, но могут проявить «физическую» токсичность в отношении водной биоты.

Итак, при ретроспективном анализе данных контроля за состоянием загрязнений воды р. Москва установлено, что лаборатории ведут контроль за состоянием воды в реке в разных точках по не вполне совпадающему перечню контролируемых показателей. Поскольку результаты химического анализа, проведённого организациями, разноречивы и часто несопоставимы по контролируемому створам, перечню веществ и их концентрациям, они не могут дать полное представление об уровне загрязнения воды реки. Кроме того, перечень контролируемых показателей имеет ряд веществ, содержание которых за весь период наблюдений ни разу не превысило нормы, поэтому они могут быть исключены из программы контроля.

Таким образом, ретроспективный анализ показал, что в большинстве случаев превышение нормативов было обнаружено для таких показателей, как ХПК и БПК, взвешенные вещества и металлы (марганец, никель, кадмий, свинец).

Собственные исследования. В пробах, полученных при собственных исследованиях качества воды р. Москва, во все сроки наблюдения было зафиксировано превышение аммонийного азота более чем в 3–8 раз. Это может свидетельствовать как о свежем органическом загрязнении воды, в том числе за счёт поверхностного стока, к тому же полученные данные совпадают со значениями, полученными в течение трёхлетнего наблюдения контролирующими организациями.

Натрий, кальций, марганец и железо в концентрациях, превышающих нормативы, появляются впервые в нижнем течении реки. Вероятно, эти вещества в избыточном количестве поступали вместе с талыми водами, например, вследствие выщелачивания минералов, как в случае с железом и марганцем, или из-за того, что эти вещества входят в состав противогололёдных материалов, применяемых при уборке снега и льда в городе, как в случае с натрием и кальцием [17].

Заключение

Количество и состав химических веществ, превышающих норматив, меняется в зависимости от времени года и места отбора проб, а также полученные результаты зависят от методики определения. В результате анализа качества воды Москвы-реки на примере собственных исследований и ретроспективных данных выделены показатели, регулярно превышающие нормативы: рН, взвешенные вещества, мутность, растворённый кислород, ХПК, БПК, натрий, алюминий, кальций, марганец, железо, никель, кадмий, свинец, ион аммония, фосфат-ион и хлорид-ион. Данные показатели должны быть включены в оптимальный перечень для постоянного контроля.

Кроме того, огромное количество люминесцентных и энергосберегающих ламп, которые могут содержать ртуть в количестве до 1 г на одну единицу, бесконтрольно поступает на стихийные свалки и полигоны твёрдых бытовых отходов (далее – ТБО), сток от которых поступает в реку. Поскольку ртуть относится к высокоопасным веществам, согласно международной

Минаматской конвенции о ртути, подписанной нашим государством 24.09.2014 г., в перечень постоянно контролируемых показателей необходимо включить ртуть. Для её планомерного определения контролирующие организации должны быть оснащены современными анализаторами ртути. К сожалению, ни одна из названных организаций не контролировала содержание ртути.

Рекомендации, направленные на оптимизацию контроля за качеством воды Москвы-реки:

1. Помимо обязательного перечня показателей, приведенного в СанПин⁸, необходим постоянный контроль содержания в воде реки следующих веществ: алюминия, натрия, кальция, марганца, железа, никеля, кадмия, свинца, иона аммония, фосфат-иона и хлорид-иона.

2. Из перечня показателей, определяемых контролирующими организациями, могут быть исключены: общая жёсткость, минерализация, магний и калий, так как р. Москва является пресным водным объектом и эти показатели находились в пределах нормы весь анализируемый период.

3. При превышении нормативов органолептических показателей (цветность, запах) и таких интегральных показателей, как ХПК и БПК, следует дополнительно проводить расширенные исследования, используя все современные методы химического анализа для идентификации соединений и анализа степени их опасности в воде.

4. Предложено сезонно увеличить частоту контроля по ряду показателей (натрий, кальций), в частности в зимне-весенний период, из-за поступления в реку загрязнений от снегоплавильных установок и загрязнений с диффузным стоком талых вод: натрий и кальций содержатся в противогололёдных средствах.

5. Согласно международной Минаматской конвенции по ртути, подписанной Российской Федерацией 24.09.2014 г., в перечень постоянно контролируемых показателей должна быть включена ртуть. Для её регулярного контроля организации должны быть оснащены анализаторами ртути.

6. Для объективной оценки опасности загрязнения воды р. Москва следует по примеру ряда высокоразвитых стран на законодательном уровне создать систему независимых лабораторий, оснащённых современным оборудованием, и обязать водопользователей помимо проведения производственного контроля передавать пробы в эти лаборатории с определённой периодичностью.

7. В Федеральном законе от 07 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»⁹ предотвращение негативного воздействия на окружающую среду при осуществлении водоотведения основано на расчётах нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов. В связи с этим целесообразно и правомерно наладить постоянный контроль качества воды Москвы-реки непосредственно у мест выпуска сточных вод (для всех источников загрязнения), а также непосредственно у устьев рек, впадающих в р. Москва в черте города.

Литература

(пп. 2, 5, 7–9 см. References)

1. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Рекомендации. Т. 1. 3-е изд. Женева: ВОЗ; 2004. 356 с.
3. Онищенко Г.Г. Гигиенические проблемы химической безопасности Российской Федерации и задачи науки в обеспечении эффективности Госсанэпиднадзора. В кн.: *Проблемы гигиенического нормирования и оценки химических загрязнений окружающей среды в XXI веке: Материалы пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации*. М.; 1999: 11–3.
4. Черкинский С.Н., ред. *Руководство по коммунальной гигиене. Гигиеническое обоснование нормативов стандарта качества питьевой воды*. М.: Медгиз; 1962; т. 2: 85–113.

⁸ СанПин 2.1.5.980-00.2.1.5 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000). Available at: <http://www.consultant.ru/>.

⁹ Федеральный закон от 07 декабря 2011 г. № 416-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «О водоснабжении и водоотведении». Available at: <http://www.consultant.ru/>.

6. Жолдакова З.И., Красовский Г.Н., Дура Д. и соавт. Методические рекомендации по использованию расчётных методов прогнозирования параметров токсичности химических веществ в воде. В кн.: *Красовский Г.Н., ред. Гигиеническая оценка вредных веществ в воде*. М.: СЭВ; 1987: 3–17.
10. Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Печникова И.А., Савостикова О.Н. Актуальные направления гармонизации законодательных основ по обеспечению безопасности химических загрязнений для здоровья человека и окружающей среды. *Анализ риска здоровью*. 2018; 2: 4–13.
11. Онищенко Г., Кармазинов Ф., Кириллов В., Грачев В. и соавт. Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечение безопасности водных источников. *Новый журнал*. 2012; 2.
12. Протасов В.Ф., ред. *Экология, здоровье и природопользование в России*. М.: Финансы и статистика; 1995. 528 с.
13. Захарченко М.П., Кошелев Н.Ф., Ромашов П.Г. *Гигиеническая диагностика водной среды*. СПб.: Наука; 1996. 247 с.
14. Жолдакова З.И., Харчевникова Н.В. Система ускоренной оценки токсичности и опасности химических веществ в воде. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 8 (257): 21–3.
15. Людериц П., Кох Р., Добберкау Х.И. и соавт. *Критерии ориентировочного выбора потенциально опасных химических загрязнений воды. Гигиеническая оценка вредных веществ в воде*. М.: СЭВ; 1987: 6–8.
16. Манаева Е.С., Мамонов Р.А., Голландцева А.И., Беляева Н.И., Бирюкова Д.Ю., Полторацкий А.Ю. и соавт. Сравнительный анализ данных о химическом загрязнении воды реки Москвы разными организациями В кн.: *Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых учёных и специалистов, посвящённой 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России*. М.: Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья; 2016: 325–30.
17. Манаева Е.С., Водянова М.А., Мамонов Р.А., Беляева Н.И., Голландцева А.И., Сбитнев А.В. и соавт. Влияние противогололёдных материалов на качество воды реки Москвы В кн.: *Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровьем населения и окружающей среды, пути их рационального решения. Материалы III Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды*. М.: Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья; 2018: 230–4.

References

1. Guidelines for monitoring the quality of drinking water. Recommendations. Vol. 1. 3rd ed. [Rukovodstvo po obespecheniyu kachestva pit'evoy vody. Rekomendatsii. T. 1. 3-e izd]. Zheneva: VOZ; 2004, 356 p. (in Russian)
2. National Toxicology Program. Available at: <https://ntp.niehs.nih.gov/results/pubs/index.html>.
3. Onishchenko G.G. Hygienic problems of chemical safety of the Russian Federation and the tasks of science in ensuring the effectiveness of state sanitary and epidemiological surveillance. In: *Problems of hygienic regulation and assessment of chemical pollution of the environment in the XXI century. Proceedings of the plenum of the Interdepartmental scientific council on human ecology and environmental hygiene of the Russian Federation*. [Problemy gigienicheskogo normirovaniya i otsenki khimicheskikh zagryazneniy okruzhayushchey sredy v XXI veke: Materialy plenuma Mezhdovedstvennogo nauchnogo soveta po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii]. Moscow; 1999: 11–3. (in Russian)
4. Cherkinskiy S.N., ed. Guide to communal hygiene. *Hygienic substantiation of drinking water quality standards*. [Rukovodstvo po kommunal'noy gigiene. Gigienicheskoe obosnovanie normativov standarta kachestva pit'evoy vody]. Moscow: Medgiz; 1962; Vol. 2: 85–113. (in Russian)
5. Drinking water and health. Washington, D.C.: National Academy Press; 1980. Vol. 3. 415 p.
6. Zholdakova Z.I., Krasovskiy G.N., Dura D. et al. Guidelines for the use of computational methods for predicting the toxicity parameters of chemicals in water. In: *Krasovskiy G.N., ed. Hygienic assessment of harmful substances in water [Gigienicheskaya otsenka vrednykh veshchestv v vode]*. Moscow: SEV; 1987: 3–17. (in Russian)
7. CDWC. Setting priorities for drinking water contaminants. Washington, D.C.: National Academy Press. 1999: 113 p.
8. Larson C. Historical development of the National primary drinking water regulations. In: *Calabrese E.J., Gilbert C.E., Pastides H., eds. Safe drinking water act. Amendments, regulations and standards*. Michigan: Lewis Publishers Inc.; 1990: 3–15.
9. Cotruvo J.A., Regelski M. Overview of the current National primary drinking water regulations and regulation development process. In:

- Calabrese E.J., Gilbert C.E., Pastides H., eds. *Safe drinking water act. Amendments, regulations and standards*. Michigan: Lewis Publishers Inc.; 1990: 29–34.
10. Zholdakova Z.I., Sinitsyna O.O., Pechnikova I.A., Savostikova O.N. Current trends in the harmonization of legislative frameworks to ensure the safety of chemical pollution for human health and the environment. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2018; 2: 4–13. (in Russian)
 11. Onishchenko G., Karmazinov F., Kirillov V., Grachev V. et al. Systemic sewer benchmarking, integrated assessment and ensuring the safety of water sources. *Novyy zhurnal*. 2012; 2. (in Russian)
 12. Protasov V.F., ed. *Ecology, health and environmental management in Russia [Ekologiya, zdorov'e i prirodopol'zovanie v Rossii]*. Moscow: Finansy i statistika; 1995. 528 p. (in Russian)
 13. Zakharchenko M.P., Koshelev N.F., Romashov P.G. *Hygienic diagnostics of the aquatic environment [Gigienicheskaya diagnostika vodnoy sredy]*. Saint Petersburg: Nauka; 1996. 247 p. (in Russian)
 14. Zholdakova Z.I., Kharchevnikova N.V. A system for accelerated assessment of the toxicity and hazard of chemicals in water. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2014; 8 (257): 21–3. (in Russian)
 15. Lyuderits P., Kokh R., Dobberkau Kh.I. et al. *Criteria for the approximate selection of potentially dangerous chemical contamination of water [Gigienicheskaya otsenka vrednykh veshchestv v vode]*. Moscow: SEV; 1987: 6–8. (in Russian)
 16. Manaeva E.S., Mamonov R.A., Gollandtseva A.I., Belyaeva N.I., Biryukova D.Yu., Poltoratskiy A.Yu. et al. Comparative analysis of data on chemical pollution of the water of the Moscow River by various organizations. In: *Environment and health. Hygiene and ecology of urbanized areas. Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation of young scientists and specialists dedicated to the 85th anniversary of the "Research Institute of human ecology and environmental hygiene named after A.N. Sysin" Ministry of Health of Russia [Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e. Gigiena i ekologiya urbanizirovannykh territoriy. Materialy VI Vseros. nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem molodykh uchenykh i spetsialistov, posvyashchennoy 85-letiyu FGBU "NII ECh i GOS im. A.N. Sysina" Minzdrava Rossii]*. Moscow: Tsentr strategicheskogo planirovaniya i upravleniya mediko-biologicheskimi riskami zdorov'yu; 2016: 325–30. (in Russian)
 17. Manaeva E.S., Vodyanova M.A., Mamonov R.A., Belyaeva N.I., Gollandtseva A.I., Sbitnev A.V. et al. Influence of anti-icing materials on the water quality of the Moscow River. In: *Current problems of assessing, forecasting and managing environmental risks to public health and the environment, ways to solve them rationally. Materials of the III International Forum of the Scientific Council of the Russian Federation on Human Ecology and Environmental Hygiene. [Sovremennye problemy otsenki, prognoza i upravleniya ekologicheskimi riskami zdorov'yu naseleniya i okruzhayushchey sredy, puti ikh ratsional'nogo resheniya. Materialy III Mezhdunarodnogo foruma Nauchnogo soveta Rossiyskoy Federatsii po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchey sredy]*. Moscow: Tsentr strategicheskogo planirovaniya i upravleniya mediko-biologicheskimi riskami zdorov'yu; 2018: 230–4. (in Russian)