

Рахманин Ю.А., Иванова Л.В., Артемова Т.З., Загайнова А.В., Гипп Е.К., Недачин А.Е., Максимкина Т.Н., Кузнецова К.Ю., Асланова М.М., Новожилков К.А., Грицюк О.В., Малышева А.Г., Абрамов Е.Г., Каменецкая Д.Б., Водянова М.А.

ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ И ПАЗАРИТАРНЫХ ПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 119991, Москва

Выявлены приоритетные загрязняющие вещества воды в р. Москва ниже города (нефтепродукты, свинец, кадмий, цинк, медь; АПАВ), которые могут оказывать влияние на естественный микробиоценоз поверхностных водоёмов. Установлено, что присутствие в воде поверхностных водоёмов тяжёлых металлов – кадмия и свинца в концентрации 4 и 5 ПДК соответственно, для рыбохозяйственных целей, нефти в концентрации 49 ПДК, цинка в концентрации 10 ПДК для рыбохозяйственных целей, АПАВ в концентрации ниже ПДК, а также при превышении ПДК в 5 раз по хлоридам, нитритам и нитратам в большой мере влияет на жизнеспособность индикаторных бактерий – колиформных бактерий, E.coli, энтерококков, при сохранении в воде патогенных бактерий – сальмонелл, а также паразитарных патогенов – свободноживущих Entamoebae spp., жизнеспособных вегетативных и цистных форм патогенных простейших Flagellata spp. и жизнеспособных яиц гельминтов Larvae spp.

Ключевые слова: вода поверхностных водоемов; химическое загрязнение; микроорганизмы; цисты простейших; яйца гельминтов; бактерии; нормативы; показатели.

Для цитирования: Рахманин Ю.А., Иванова Л.В., Артемова Т.З., Загайнова А.В., Гипп Е.К., Недачин А.Е., Максимкина Т.Н., Кузнецова К.Ю., Асланова М.М., Новожилков К.А., Грицюк О.В., Малышева А.Г., Абрамов Е.Г., Каменецкая Д.Б., Водянова М.А. Жизнедеятельность микроорганизмов и паразитарных патогенов в условиях химического загрязнения воды поверхностных водоемов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 956-960. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-956-960>

Для корреспонденции: Рахманин Юрий Анатольевич, доктор мед. наук, проф., акад. РАН, главный научный консультант ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 119991, Москва. E-mail: info@sysin.ru

Rakhmanin Yu.A., Ivanova L.V., Artemova T.Z., Zagaynova A.V., Gipp E.K., Nedachin A.E., Maksimkina T.N., Kuznetsova K. Yu., Aslanova M.M., Novozhilov K.A., Gritsyuk O.V., Malysheva A.G., Abramov E.G., Kamenetsky D.B., Vodianova M.A.

BACTERIA AND PARASITIC PATHOGENS IN CONDITIONS OF CHEMICAL POLLUTION OF WATER FROM SURFACE WATER BODIES

Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119991, Russian Federation

There were identified priority pollutants in water of the Moscow river below the city (petroleum products, lead, cadmium, zinc, copper; anionic surfactants), which can affect the natural microbiocenosis of surface water. The presence in surface waters heavy metals - cadmium in a concentration of 4 MPC for fishery purposes, of lead at a concentration of 5 MPC for fishery purposes, oil at a concentration of 49 MPC, zinc at a concentration of 10 MPC for fishery purposes, anionic surfactants at the concentrations below the MPC, and also at excess of MPC by 5 times for chlorides, nitrites and nitrates to a large extent was established to affect the viability of indicator bacteria – coliforms, E. coli, enterococci, while maintaining in the water of pathogenic bacteria – Salmonella and parasitic pathogens living Entamoebae spp. and cystic viable vegetative forms of pathogenic protozoa Flagellata spp. and viable helminth eggs Larvae spp..

Key words: surface waters; chemical pollution; microorganisms; protozoa cysts; helminth eggs; bacteria; standards; indices

For citation: Rakhmanin Yu.A., Ivanova L.V., Artemova T.Z., Zagaynova A. V., Gipp E. K., Nedachin A. E., Maksimkina T. N., Kuznetsova K.Yu., Aslanova M.M., Novozhilov K.A., Gritsyuk O.V., Malysheva A.G., Abramov E. G., Kamenetsky D.B., Vodianova M.A. Bacteria and parasitic pathogens in conditions of chemical pollution of water from surface water bodies. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(10): 956-960. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-956-960>

For correspondence: Yury A. Rakhmanin, MD, PhD, DSci, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, chief scientific advisor, Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: info@sysin.ru

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

Acknowledgment: The study had no sponsorship.

Received: 28 February 2017

Accepted: 05 July 2017

Введение

Отмечающееся в последние годы увеличение сброса в водоемы химических веществ – ингредиентов промышленных недостаточно очищенных сточных вод, влияет на интенсивность процессов самоочищения и способствует увеличению сроков выживания в воде патогенных микро-

организмов и паразитарных агентов [1, 2, 3, 4]. Хозяйственно-бытовые сточные воды при их массивном загрязнении патогенными микроорганизмами и простейшими, в том числе цистами лямблий и ооцистами криптоспоридий, а также яйцами гельминтов, представляют особую опасность при попадании в водоёмы, используемые в ка-

честве источников для хозяйственно-питьевого водоснабжения, культурно-бытовых (к-б) и рыбо-хозяйственных (р-х) целей. В то же время в ряде исследований выявлено стимулирующее или угнетающее действие некоторых поверхностно-активных веществ (АПАВ), нефтепродуктов, металлов на сапрофитную и патогенную кишечную микрофлору в воде, что также может явиться причиной возможного повышения эпидемической опасности воды водоёмов. Это обуславливает необходимость изучения закономерностей взаимодействия в воде водоёмов патогенных, условно-патогенных, санитарно-показательных микроорганизмов и паразитарных патогенов при химическом загрязнении воды с учётом значительной устойчивости биологических агентов к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

В условиях химического загрязнения поверхностных вод могут нивелироваться общепринятые и утверждённые в документах водно-санитарного законодательства подходы и принципы оценки эпидемической безопасности хозяйственно-питьевого водопользования населения, что диктует необходимость безотлагательного изучения данной проблемы.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении циркуляции санитарно-показательных, потенциально-патогенных, патогенных микроорганизмов и паразитарных агентов в поверхностном проточном водоёме в условиях его химического загрязнения.

Материал и методы

Исследования проведены на участке р. Москвы ниже города от южного порта г. Москвы до г. Коломны на протяжении 5-суточного пробега р. Москвы (150 км), где располагаются средние и крупные населённые пункты, имеющие как локальные зарегулированные, так и не зарегулированные сбросы хозяйственно-бытовых и промышленных стоков (в основном ЖКХ). Анализ официальных данных Госводресурсов за 2007–2015 гг. позволил определить наиболее значимые с гигиенических позиций точки отбора проб воды р. Москва для проведения расширенных натурных исследований: точка 1 – 2-й Южно-портовый проезд, 1 км выше Курьяновской станции аэрации; точка 2 – 0,01 км выше Бесединского моста МКАД, 1 км ниже Курьяновской станции аэрации; точка 3 – 1 км выше д. Нижнее Мячково; точка 4 – 1 км ниже впадения р. Пехорка; точка 5 – 0,5 км выше г. Воскресенск; точка 6 – 1,0 км ниже г. Воскресенск; точка 7 – 1,0 км выше г. Коломна и точка 8 – г. Коломна, 1 км выше устья.

При выполнении научно-исследовательской работы использованы санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические, санитарно-химические методы исследования воды. Пробы отбирали в осенний период, характеризующийся сезонным подъёмом заболеваемости населения водообусловленными кишечными инфекциями и наиболее высоким уровнем микробного и паразитарного загрязнения хозяйственно-бытовых сточных вод и воды поверхностных водоёмов.

Результаты и обсуждение

Анализ данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета за 2007–2015 гг., касающихся загрязнения бассейна р. Москва, свидетельствует о низком качестве воды, которая отнесена к категории от «умеренно загрязнённой» до «чрезвычайно грязной». Качество воды р. Москва снижалось от 3-го и 4-го классов соответственно разрядов «А» и «Б» в верхнем течении (г. Звенигород, в створах 19 км выше г. Москвы и 0,3 км ниже Бабьегородской плотины) до разрядов «В» и «Г» ниже по течению.

Основными загрязнителями водных объектов являются МГУП «Мосводоканал», ПУ «Мосочистотвод» Люберецкие очистные сооружения г. Москва, ЗАО «Экоаэро-росталкер» г. Щелково, МУП «Водоканал» г. Подольск, АОТ «Воскресенские минеральные удобрения», МУП «Водоканал», г. Орехово-Зуево, на долю которых суммарно приходится около 66,4% всех загрязнённых сточных вод Московской области. Помимо недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод городов и населённых пунктов источниками загрязнения воды р. Москвы служат сельскохозяйственные стоки, а также поверхностный сток, поступающий с загрязнённых водосборных площадей. Характерными загрязняющими веществами водных объектов являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжёлые металлы.

Критическими загрязняющими веществами воды реки являлись аммонийный и нитритный азот, а также легкоокисляемые органические вещества, максимальные концентрации которых соответственно составляли: 38, 48 и 11 ПДК.

По данным статистической отчетности Росводресурсов, в 2015 г. число проб в р. Москве не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам составляло: 65% – по санитарно-химическим и 80% – по бактериологическим показателям. По паразитологическим показателям в 2015 г., как и в предыдущем, неудовлетворительных проб не выявлено. Гидрохимический режим реки вниз по течению от города ухудшался, вода местами характеризовалась как «очень грязная».

За последние годы, с 2007 по 2015-й, отмечены высокие среднегодовые концентрации 10 ингредиентов, превышающие рыбо-хозяйственные ПДК: азота аммонийного (6–11 ПДК) и нитритного (5–16 ПДК), фенолов (7–9 ПДК), железа общего (2–5 ПДК), нефтепродуктов (2–2,4 ПДК), легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ (до 4 ПДК), органических веществ по ХПК (2,6 ПДК), цинка (1,1–1,2 ПДК), меди (3–4 ПДК), фосфатов (на участке от Москвы до д. Н. Мячково – до 2 ПДК).

Основными показателями, по которым наблюдались превышения гигиенических нормативов в р. Москве, являлись: ХПК и БПК₅, аммонийный и нитритный азот, которые считаются косвенными показателями загрязнения поверхностных водоёмов органическими веществами. Неудовлетворительные пробы по нефтепродуктам говорят о загрязнении водоёма поверхностными стоками, промышленными предприятиями и судами. Отмечены случаи превышения ПДК тяжёлых металлов (кадмий, медь, цинк, свинец), что, вероятно, связано с поступлением в водоёмы неорганизованного поверхностного стока с территорий промышленных зон.

Обобщая полученные данные, можно отметить, что интенсивность загрязнения воды р. Москвы остаётся стабильно высокой, что связано с продолжающимся нерациональным использованием водных ресурсов, сбросом промышленных и ливневых сточных вод, недостаточно очищенных сточных вод после станций аэрации, неорганизованного поверхностного стока с селитебных территорий.

Для выяснения степени опасности воды р. Москвы ниже города при использовании для к-б и р-х целей проведены исследования по расширенному комплексу микробиологических и химических показателей в сопоставлении загрязнения водоёма паразитарными агентами. Результаты приведены в табл. 1–3.

Согласно полученным данным, качество воды реки у Южнопортового проезда в 1 км выше Курьяновской стан-

Результаты санитарно-бактериологического анализа воды р. Москва на модельном участке в осенний сезон 2016 г.

Номер точки отбора проб	Место отбора проб	ОМЧ КОЕ/1 мл	БГКП КОЕ/100 мл	Колиформы КОЕ/100 мл	<i>E.coli</i> КОЕ/100 мл	Энтерококки КОЕ/100 мл	Сальмонеллы КОЕ/л	Псевдомонады КОЕ/100 л
1	Москва, 2-й Южнопортовый проезд, 1 км выше Курьяновской станции аэрации	256 000	4 800 000	3 350 000	170 000	13 000	Сальмонеллы группы С	70000
2	Москва, 0,01 км выше Бесединского моста МКАД, 1 км ниже Курьяновской станции аэрации	1900	27 000	6000	3000	1600	Не обнаружены	24000
3	д. Нижнее Мячково, 1 км выше деревни	9900	20 000	5000	1000	600	" "	2400
4	д. Нижнее Мячково, 1 км ниже впадения р. Пехорка	1100	8700	7700	500	800	" "	620
5	Воскресенск, 0,5 км выше города	720	9500	8000	1000	300	" "	2400
6	Воскресенск, 1 км ниже города	77	7500	6000	2000	220	Сальмонеллы группы С	1300
7	1 км выше г. Коломна	560	2800	2000	500	130	Не обнаружены	620
8	Коломна, 1 км выше устья	1200	3000	2000	500	400	Сальмонеллы группы С	230

ция аэрации имело достаточно высокие уровни загрязнения по бактериологическим, паразитологическим и химическим показателям. Бактериальные показатели – БГКП, колиформные бактерии, *E.coli*, энтерококки, псевдомонады определялись на уровне $4,8 \cdot 10^6$; $3,3 \cdot 10^6$; $1,7 \cdot 10^6$; $1,3 \cdot 10^5$ и $7 \cdot 10^5$ КОЕ/100мл, соответственно. Были выделены жизнеспособные яйца гельминтов и жизнеспособные вегетативные и цистные формы патогенных простейших, в том числе свободноживущие *Entamoebae* spp. Нефтепродукты в воде находились в пределах 0,52 мг/л, что в 5 раз выше ПДК для малосернистой нефти (0,1 мг/л); АПАВ – в 0,3 раза ниже ПДК. Уровень содержания металлов (меди, железа) не превышал ПДК в воде, в то время как уровень кадмия был в 4 раза выше ПДКр-х и в 20 раз выше

ПДКк-б, свинца – в 5 раз выше ПДКр-х, цинка в 10 раз выше ПДКр-х.

В районе 2-й контролируемой точки р. Москвы (0,01 км выше Бесединского моста), в районе Капотни в воду поступают промышленные стоки Московского нефтеперерабатывающего завода (МНПЗ, суточный объём которых составляет 12 тыс. м³/сут.). По данным [5] суточный расход воды р. Москвы в данном створе составляет 86400 м³/сут., т. е. разбавление стоков в русле реки на данном участке составляет всего 7,2 раза. Если принять во внимание, что содержание нефтепродуктов в стоках достигает 54 мг/л, то в среднем ежесуточно в русло р. Москвы на данном участке поступает более 648 кг нефтепродуктов, в результате чего концентрация нефтепродуктов в воде в районе 2-й контролируемой точки достигает 4,85 мг/л (выше ПДК в 48,5 раз). Помимо нефтепродуктов, в результате спуска стоков МНПЗ в воду поступают детергенты и тяжёлые металлы: АПАВ составляют 0,148 мг/л, уровень кадмия превысил ПДКр-х в 6 раз и в 30 раз ПДКк-б. Свинец обнаружен на уровне в 5 раз выше ПДКр-х, цинк – в 10 раз выше ПДКр-х. Концентрация меди составила 0,003 мг/л. Следовательно, выявлен высокий уровень химического загрязнения воды р. Москвы на данном участке, в фоне которого отмечено существенное угнетение микробного биоценоза водоёма. Содержание в воде бактерий по показателям БГКП, колиформные бактерии, *E.coli* снизилось на два порядка. Число энтерококков и псевдомонад снизилось на один порядок. Установлено интенсивное отмирание сапрофитных микроорганизмов – активных участников процессов самоочищения в воде водоёмов ($2,6 \cdot 10^5$ до $1,9 \cdot 10^3$). В меньших количествах были выделены жизнеспособные яйца гельминтов и простейшие – свободноживущие *Entamoebae* spp.

Таким образом, в воде р. Москвы на этом участке сформировалась негативная экологическая ситуация, когда в результате ежедневного сброса сточных вод МНПЗ происходило массивное загрязнение воды нефтепродуктами, АПАВ, соединениями тяжёлых металлов (кадмия, свинца и цинка), которые оказывали комбинированное угнетающее действие на биоценозы, процессы самоочищения и микробную флору водоёма.

Представляло научно-практический интерес изучить динамику изменений контролируемых показателей бак-

Таблица 2

Результаты санитарно-паразитологического анализа воды р. Москва на модельном участке в осенний сезон 2016 г.

Номер точки отбора проб	Место отбора проб	Жизнеспособные яйца гельминтов	Жизнеспособные вегетативные и цистные формы патогенных простейших
1	Москва, 2-й Южнопортовый проезд, 1 км выше Курьяновской станции аэрации	Larvae spp.	Entamoebae +++ L.intestinalis ед. Balantidium coli++
2	Москва в) 0,01 км выше Бесединского моста МКАД, 1 км ниже Курьяновской станции аэрации	Larvae spp.	Entamoebae +++
3	д. Нижнее Мячково, 1 км выше деревни	–	Entamoebae + Flagellata
4	д. Нижнее Мячково, 1 км ниже впадения р. Пехорка	–	Flagellata+ Euglena+
5	Воскресенск, 0,5 км выше города	–	Flagellata+
6	Воскресенск, 1 км ниже города	–	Flagellata+
7	1 км выше г.Коломна	–	Flagellata+
8	Коломна, 1 км выше устья	–	Flagellata+

Результаты санитарно-химического анализа воды реки Москва на модельном участке в осенний сезон 2016 г.

Номер точки отбора проб	Точки отбора	Свинец, мг/л	Цинк, мг/л	Кадмий, мг/л	Железо, мг/л	Медь, мг/л	Нефтепродукты, мг/л (ПДК=0,1 мг/дм ³)	АПАВ мг/л (ПДК = 0,5 мг/дм ³)
1	Москва, 2-й Южнопортовый проезд, 1 км выше Курьяновской станции аэрации	0,5	0,1	0,02	0,07	0,001	0,52	0,149 ± 0,026
2	Москва, в 1 км выше Бесединского моста МКАД, 1 км ниже Курьяновской станции аэрации	0,5	0,1	0,03	0,07	0,003	4,85	0,148 ± 0,012
3	д. Нижнее Мячково, 1 км выше деревни	0,5	0,1	0,02	0,07	0,003	Не обнаружено	0,05 ± 0,012
4	д. Нижнее Мячково, 1 км ниже впадения р. Пехорка	0,5	0,1	0,02	0,3	0,005	Не обнаружено	0,059 ± 0,014
5	Воскресенск, 0,5 км выше города	0,5	0,1	0,05	0,08	0,003	0,08	0,037 ± 0,01
6	Воскресенск, 1 км ниже города	0,5	0,1	0,06	0,04	0,003	0,37	0,043 ± 0,011
7	1 км выше г. Коломна	0,5	0,1	0,02	0,07	0,003	Не обнаружено	0,048 ± 0,012
8	Коломна, 1 км выше устья	0,5	0,1	0,02	0,06	0,004	Не обнаружено	0,047 ± 0,011

териального и паразитарного загрязнения – санитарно-показательных и потенциально патогенных бактерий, паразитарных патогенов на протяжении дальнейшего 4-суточного пробега воды р. Москвы, начиная от пункта полного смещения промышленных сточных вод МНПЗ в Капотне до г. Коломны.

На участке 1 км выше д. Нижнее Мячково, что составляет 1-суточный пробег воды (30 км) от выпуска стоков МНПЗ, уровень загрязнения по бактериальным показателям – БГКП, колиформные бактерии, *E.coli* – практически не изменился. Число энтерококков и псевдомонад уменьшилось на один порядок. Обнаружены только простейшие свободноживущие *Entamoebae* spp., что значительно ниже по сравнению с 1-м и 2-м участками наблюдения.

В следующем створе – 1 км выше д. Нижнее Мячково и ниже впадения р. Пехорка – уровень содержания бактерий стал существенно ниже по показателям БГКП, *E.coli*, псевдомонады – $9 \cdot 10^3$; $5 \cdot 10^2$; $6 \cdot 10^2$ КОЕ/100мл, соответственно, что значительно ниже по сравнению с 3-м участком. На этом участке обнаружены только простейшие свободноживущие *Flagellata* spp. и *Euglena*. Нефтепродукты в воде не обнаружены, содержание АПАВ – в 10 раз меньше уровня ПДК и составил 0,059 мг/л (при ПДК 0,5 мг/л); количество цинка, свинца и кадмия зафиксированы на том же высоком уровне.

По-видимому, такое содержание микрофлоры в воде р. Москвы на данном участке объясняется впадением реки Пехорки, которая, в свою очередь, принимает многочисленные незарегулированные антропогенные стоки различных населённых пунктов сельского типа. Поэтому на данном участке установлено превышение хлоридов, нитратов и нитритов, что и объясняет появление в воде *Euglena*, как маркера повышенного органического загрязнения.

В следующей контролируемой точке (0,5 км выше г. Воскресенск) на расстоянии 3-суточного пробега воды (105 км) от выпуска стоков МНПЗ, уровень микробного загрязнения практически не изменился по сравнению с предыдущей точкой: БГКП, колиформные бактерии, *E.coli*, псевдомонады – $9,5 \cdot 10^3$; $8 \cdot 10^3$; $1 \cdot 10^3$ и $2 \cdot 10^3$ КОЕ/100мл, соответственно. Обнаружены свободноживущие простейшие. Нефтепродукты в воде обнаружены на уровне 0,08 мг/л (значительно ниже ПДК), АПАВ – 0,037 мг/л; уровень цинка, свинца и кадмия находились на том же высоком уровне.

В 6-й контролируемой точке (1,0 км ниже г. Воскресенск) уровень микробного загрязнения изменился не

существенно и составил по показателям БГКП, колиформные бактерии, *E.coli*, энтерококки, псевдомонады – $7,5 \cdot 10^3$; $6 \cdot 10^3$; $2 \cdot 10^3$; $2 \cdot 10^2$ и $1 \cdot 10^3$ КОЕ/100мл, соответственно. Однако при этом обнаружены сальмонеллы группы С и простейшие *Flagellata* spp. Нефтепродукты в воде определялись на уровне 0,37 мг/л, приблизительно 3,5 ПДК; АПАВ – на уровне 0,043 мг/л; высокий уровень цинка, свинца и кадмия не изменился.

В 7-й контролируемой точке (1,0 км выше г. Коломна), что составляет 1-суточный пробег воды от г. Воскресенск и почти 4-суточный пробег воды (135 км) от выпуска стоков МНПЗ уровень микробного загрязнения составил: БГКП, колиформные бактерии, *E.coli*, энтерококки, псевдомонады – $2,8 \cdot 10^3$; $2 \cdot 10^3$; $5 \cdot 10^2$; $1,3 \cdot 10^2$ и $6 \cdot 10^2$ КОЕ/100мл, соответственно. Обнаружены простейшие *Flagellata* spp. Нефтепродукты в воде отсутствовали, АПАВ определяли на уровне 0,048 мг/л; уровень цинка, свинца и кадмия не изменился.

Вода р. Москвы в 8-й контрольной точке (г. Коломна, 1 км выше устья р. Москвы, 150 км от исходной точки наблюдения) характеризовалась значительно более высокой степенью эпидемической опасности в отношении бактериального и паразитарного загрязнения, поскольку на фоне небольшого загрязнения по индикаторным бактериям выделены сальмонеллы группы С, а также простейшие *Flagellata* spp. Как и в предыдущем створе, нефтепродукты в воде не обнаружены; АПАВ определены на уровне 0,047 мг/л при высоком содержании цинка, свинца и кадмия.

Таким образом, высокий уровень бактериального и паразитарного загрязнения воды р. Москва в 1-й, 2-й и 3-й точках наблюдения на фоне повышенного загрязнения нефтепродуктами и металлами (цинк, кадмий и свинец) позволяет предположить наличие локального источника нерегламентированного сброса неочищенных сточных вод смешанного типа. Снижение показателей на 4-й и 5-й точках наблюдения, характеризующиеся низкими концентрациями нефтепродуктов и АПАВ, свидетельствует о достаточно эффективной очистке стоков на Курьяновской станции аэрации и процессов самоочищения от биологического загрязнения. В то же время снижение скорости течения реки ниже г. Воскресенска и образование застоя воды по отлогим берегам, а также наличие превышения в 5 раз ПДК хлоридов и нитритов, возможно, способствуют цветению воды, и характеризуется появлением в водах *Euglena* spp. и *Salmonella* spp.

Потенциальная эпидемическая опасность водных объектов в отношении заболеваний острыми кишечными инфекциями определяется сроками выживания бактерий в водной среде. В экспериментальных исследованиях с использованием в качестве воды модельных водоёмов воду из р. Дон и р. Москва установлены сроки сохранения жизнеспособности микроорганизмов: *E. coli* – 35 дней (5 недель), колиформных бактерий – 49 дней (7 недель), *S. typhimurium* – 63 дня (9 недель), БГКП – 105 дней (15 недель) – срок наблюдения при статистически значимых результатах ($p < 0,001$) [6].

Возможно, что высокие уровни БГКП, колиформных бактерий и *E. coli*, появление в воде р. Москвы на участках 1,0 км ниже г. Воскресенск (105 км) и г. Коломна, 1 км выше устья р. Москвы (150 км) сальмонелл группы С подтверждают экспериментальные данные о повышении устойчивости и сроков выживания патогенных бактерий при комбинированном действии хлоридов, нитритов, цинка, свинца, кадмия, нефти и нефтепродуктов и АПАВ.

Особый интерес представляют данные, полученные при изучении динамики бактериального загрязнения воды р. Москвы ниже крупных городов Москва и Воскресенск по показателю ОМЧ. Результаты наглядно показывают, что поступление в водоем хозяйственно-бытовых сточных вод с большим содержанием химических веществ и подвергнутых интенсивному хлорированию и дехлорированным не эффективно уничтожает в первую очередь сапрофитную микрофлору водоёма, которая является активным участником процесса самоочищения. При этом на фоне снижения численности индикаторных показателей оказались более жизнеспособными патогенные бактерии – сальмонеллы, которые были выделены как на протяжении 3-суточного пробега воды, так и через 5 суток при впадении р. Москвы в р. Оку, где вода по показателю коэффформы уже соответствовала установленным требованиям.

Выводы

1. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества воды в р. Москва ниже города в выбранных для контроля точках: нефтепродукты, свинец, кадмий, цинк, медь; АПАВ, которые могут оказывать влияние на естественный микробиоценоз поверхностных водоёмов.

2. Установлено, что присутствие в воде поверхностных водоёмов тяжёлых металлов – кадмия в концентрации 4 ПДК для р-х целей, свинца в концентрации 5 ПДК для р-х целей, нефти в концентрации 49 ПДК, цинка в концентрации 10 ПДК для р-х целей, АПАВ в концентрации ниже ПДК, а также при превышении ПДК в 5 раз по хлоридам, нитритам и нитратам в большой мере влияет на жизнеспособность индикаторных бактерий – колиформных бактерий, *E. coli*, энтерококков, при сохранении в воде патогенных бактерий – сальмонелл, а также паразитарных патогенов – свободноживущих *Entamoeba spp.*, жизнеспособных вегетативных и цистных форм патогенных простейших *Flagellata spp.* и жизнеспособных яиц гельминтов *Larvae spp.*

3. Полученные материалы свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения в экспериментальных условиях индивидуального и комбинированного действия химических веществ на индикаторные, патогенные микроорганизмы и паразитарные патогены.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Рахманин Ю.А., Иванова Л.В., Артемова Т.З., Гипп Е.К., Загайнова А.В., Максимкина Т.Н. и др. Значение санитарно-микробиологических показателей при оценке эпидемической безопасности в условиях химического загрязнения водоемов. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(10): 934–8.
2. Рахманин Ю.А., Артемова Т.З., Гипп Е.К., Иванова Л.В., Загайнова А.В., Максимкина Т.Н. и др. Актуальность изучения влияния различных химических веществ, загрязняющих водоемы, на индикаторные и патогенные микроорганизмы. В кн.: Рахманин Ю.А., ред. *Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения. Материалы Пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды*. М.: Таусс-Пресс; 2015: 357–61.
3. Недачин А.Е., Талаева Ю.Г., Захаркина А.Н., Артемова Т.З. и др. Проблема нормирования и контроля микробного загрязнения водных объектов в условиях поступления промышленных стоков. В кн.: *Тезисы докладов Сессии РАМН «Химия и здоровье»*. СПб.; 1995: 5–8.
4. Можяев Е.А. Содержание СПАВ в различных водах. *Гигиена и санитария*. 1970; 59(4): 105–6.
5. Рябышев М.Г. Гидрологическая характеристика р. Москвы, регулирование стока в её бассейне и водохозяйственное использование. В кн.: *Процессы загрязнения и самоочищения р. Москвы*. М.; 1972: 3–23.
6. Журавлев П.В., Аleshня В.В., Головина С.В., Панасовец О.П., Недачин Е.А., Талаева Ю.Г. и др. Мониторинг бактериального загрязнения водоемов Ростовской области. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(5): 33–6.
7. Недачин А.Е., Артемова Т.З., Иванова Л.В., Талоева Ю.Г., Богатырева И.А., Буторина Н.Н. и др. Совершенствование нормативной и методической базы бактериологического мониторинга качества питьевой воды. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(5): 36–9.
8. МУ 2.1.5.800–99. Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. Методические указания. М.; 1999.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Ivanova L.V., Artemova T.Z., Gipp E.K., Zagaynova A.V., Maksimkina T.N., et al. The importance of sanitary microbiological indicators in assessing epidemiological safety in the conditions of chemical pollution of water bodies. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(10): 934–8. (in Russian)
2. Rakhmanin Yu.A., Artemova T.Z., Gipp E.K., Ivanova L.V., Zagaynova A.V., Maksimkina T.N., et al. The relevance of studying the effect of various chemicals polluting water bodies on indicator and pathogenic microorganisms. In: Rakhmanin Yu.A., ed. *Methodological Problems of Studying, Assessing and Regulating Chemical Pollution of the Environment and its Impact on Public Health. Materials of the Plenary Meeting of the Scientific Council of the Russian Federation on Human Ecology and Environmental Health [Metodologicheskie problemy izucheniya, otsenki i reglamentirovaniya khimicheskogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy i ego vliyaniye na zdorov'e naseleniya. Materialy Plenuma Nauchnogo soveta Rossiyskoy Federatsii po ekologii cheloveka i gijene okruzhayushchey sredy]*. Moscow: Tauss-Press; 2015: 357–61. (in Russian)
3. Nedachin A.E., Talaeva Yu.G., Zakharkina A.N., Artemova T.Z., et al. The problem of rationing and control of microbial contamination of water bodies in conditions of industrial sewage. In: *Abstracts of the Sessions of the Russian Academy of Medical Sciences «Chemistry and Health» [Tezisy докладov Sessii RAMN «Khimiya i zdorov'e»]*. St. Petersburg; 1995: 5–8. (in Russian)
4. Mozhaev E.A. The content of surfactants in various waters. *Gigiena i sanitariya*. 1970; 59(4): 105–6. (in Russian)
5. Ryabyshchev M.G. Hydrological characteristics of the Moskva river, regulation of flow in its basin and water management. In: *The Processes of Pollution and Self-Purification of the Moskva River [Protsessy zagryazneniya i samoochishcheniya r. Moskvy]*. Moscow; 1972: 3–23. (in Russian)
6. Zhuravlev P.V., Aleshnya V.V., Golovina S.V., Panasovets O.P., Nedachin E.A., Talaeva Yu.G., et al. Monitoring of bacterial pollution of reservoirs of the Rostov region. *Gigiena i sanitariya*. 2010; 89(5): 33–6. (in Russian)
7. Nedachin A.E., Artemova T.Z., Ivanova L.V., Taloeva Yu.G., Bogatyreva I.A., Butorina N.N., et al. Improvement of the normative and methodological base of bacteriological monitoring of drinking water quality. *Gigiena i sanitariya*. 2007; 86(5): 36–9. (in Russian)
8. МУ 2.1.5.800–99. Organization of state sanitary and epidemiological supervision for disinfection of sewage. Methodical instructions. Moscow; 1999. (in Russian)

Поступила 28.02.17
Принята к печати 05.07.17