

УДК 614.7:614.446.3

Оригинальная статья

## ЗНАЧЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

*Е. С. Сергеева* — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры общей гигиены и экологии, кандидат медицинских наук.

## SIGNIFICANCE OF THE SANITARY-HYGIENIC INDICATORS OF THE WATER SOURCE QUALITY FOR THE ASSESSMENT OF THE MORBIDITY OF INFECTIOUS DISEASES

*E. S. Sergeeva* — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of General Hygiene and Ecology, Assistant Professor, Candidate of Medical Science.

Дата поступления — 28.07.2014 г.

Дата принятия в печать — 10.09.2014 г.

**Сергеева Е. С.** Значение санитарно-гигиенических показателей качества воды источников водоснабжения при оценке инфекционной заболеваемости населения. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2014; 10 (3): 369–372.

**Цель:** определить наиболее информативные показатели качества водной среды, свидетельствующие о повышении риска возникновения инфекционных заболеваний с водным путем передачи среди населения. **Материал и методы.** Забор проб воды выполнялся из поверхностных водотоков в пределах Саратовской области. Проведен ретроспективный анализ данных качества воды и уровня заболеваемости населения водными инфекциями. Выполнен статистический анализ данных дисперсионным, регрессионным и дискриминантным методами. **Результаты.** Для районов Правобережья выявлены две статистические зависимости, для районов Левобережья — три. **Заключение.** Наибольшую значимость при оценке риска заболеваемости острыми кишечными инфекциями представляют показатели химического потребления кислорода и общие колиформные бактерии.

**Ключевые слова:** водоисточник, санитарно-гигиенические показатели, инфекционная заболеваемость.

**Sergeeva ES.** Significance of the sanitary-hygienic indicators of the water source quality for the assessment of the morbidity of infectious diseases. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10 (3): 369–372.

**Aim:** To define the most informative indicators of the water resources quality, which reflect the increased risk for the infectious diseases occurrence due to water. **Material and Method:** The water collection was performed from the rivers of the Saratov region. The retrospective analysis of indicators of the water quality and the morbidity level associated with water among the population has been performed. The statistical analysis has been performed by means of dispersion, regression and discrimination methods. **Results:** The rivers in this study belong to the water sources of the 2<sup>nd</sup> grade. We have identified the most polluted rivers with chemicals: Maly Usen, Medveditsa, Atkara; with microorganisms: Choper, Big Ysen, Big Irgis. The two statistic correlations have been found for the right bank of the Volga region; the three statistic correlations have been found for the left bank of the Volga region. **Conclusions:** The indicators of the chemical consumption of oxygen and of general coliform bacteria have been determined to be the most significant for the risk assessment of morbidity of acute intestinal infections.

**Key words:** water source, sanitary-hygienic indicators, infectious diseases.

**Введение.** Обеспечение населения качественной питьевой водой — одно из приоритетных направлений государственной политики. Неудовлетворительное качество питьевой воды повышает вероятность возникновения заболеваний, связанных с водным фактором, и в первую очередь является причиной высокого уровня инфекций бактериальной и вирусной этиологии. По данным Всемирной орга-

низации здравоохранения, инфекционная заболеваемость населения, обусловленная водоснабжением, достигает 500 млн случаев в год. Значимость данной проблемы для мирового сообщества подтверждается принятием решения международными водными форумами, проведенными под эгидой Организации Объединенных Наций, о провозглашении десятилетия 2005–2015 гг. Международной декадой «Вода для жизни».

Состояние водных объектов Российской Федерации, согласно данным службы Роспотребнадзора, в

**Ответственный автор** — Сергеева Евгения Сергеевна  
Тел.: (8452) 669829  
E-mail: jenysergeeva@mail.ru

местах водопользования населения, используемых для питьевого водоснабжения (I категория) и для рекреации (II категория), в последние годы ухудшается как по санитарно-химическим, так и по микробиологическим показателям [1].

По Приволжскому федеральному округу (ПФО) в целом отмечается отрицательная динамика по пробам воды из водных объектов. Пробы воды из водоисточников I категории не соответствуют по санитарно-химическим показателям гигиеническим нормативам в 27,8% случаев. Данный показатель превышает среднее количество неудовлетворительных проб по стране (23,3%).

В целом по стране и ПФО определяется рост неудовлетворительных санитарно-микробиологических проб в сравнении с прошлыми годами. Показатели проб воды по ПФО не превышали средних значений по РФ для водных объектов I категории (18,2%) и II категории (25,9%). В ПФО доля проб воды, не соответствующих критерию безопасности по санитарно-эпидемиологическим показателям, в водоисточниках I категории на уровне 17,8%, II категории — 20,2%.

Возрастающий фактор микробиологического загрязнения воды водоисточников представляет опасность для здоровья человека. Так, по результатам проверки служб Роспотребнадзора, в воде водных объектов I категории не соответствовали гигиеническим нормативам 14,1% проб по количеству термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), 11,8% по количеству общих колиформных бактерий (ОКБ), 2,3% по содержанию колифагов, 0,3% проб с выделенными возбудителями кишечных инфекций. Доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, составила 1,0%.

По РФ в целом, согласно данным Роспотребнадзора, отмечается устойчивая тенденция к росту заболеваемости острыми кишечными инфекциями, средний ежегодный темп прироста порядка 6–7% [1]. В 2010 г. в РФ зарегистрировано около 864 тыс. заболеваний острыми кишечными инфекциями установленной и неустановленной этиологии. Сохраняет свою значимость вспышечная заболеваемость вирусным гепатитом А. Зарегистрировано 36 вспышек ВГА с числом пострадавших 1283 человека.

В России ситуация с подземными и поверхностными источниками централизованного питьевого водоснабжения и качеством воды в местах водозабора в течение последних лет существенно не меняется и продолжает оставаться неудовлетворительной. В целом по стране критериям безопасности не соответствовали 36,8% поверхностных и 16,4% подземных источников питьевого водоснабжения.

В Саратовской области, как и в других регионах страны, на сложившуюся ситуацию качества воды водоисточников серьезно влияют состояние сточных вод, сбрасываемых в водные объекты и содержащих, как правило, высокие концентрации различных биогенных и техногенных загрязняющих веществ, а также их объемы [2]. Большинство очистных сооружений требуют реконструкции и устройства установок глубокой очистки сточных вод. При этом крайне низким остается процент использования подземных водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения. Практически для 83% населения области основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения являются открытые водоемы.

Объем сброса загрязненных сточных вод Саратовской области, согласно данным комитета охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области, составил 56,43 млн м<sup>3</sup> [3]. Основной объем сброса сточных вод приходится на бассейн реки Волги (более 90%). Без очистки сброшено 10,11 млн м<sup>3</sup>; недостаточно очищенных вод 14,01 млн м<sup>3</sup>. В целом по Саратовской области в структуре сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, недостаточно очищенных вод 6,5%, а загрязненных без очистки 4,7%. Масса загрязняющих веществ, сброшенных со сточными водами в водные объекты, составила 75,3 тыс. т.

Так, в целом по Саратовской области в местах водопользования населения выявлено 17,0% неудовлетворительных химических проб и 16,6% микробиологических проб [3]. Пробы воды водных объектов I категории, неудовлетворительных по санитарно-химическим показателям, общероссийский показатель не превышали и составили 15,5% (12,2% в 2011 г.). По микробиологическим показателям количество неудовлетворительных проб в водоемах I категории 6,9% (6,7% в 2011 г.).

*Цель исследования:* определение наиболее информативных показателей качества водной среды в ходе выполнения санитарно-эпидемиологического мониторинга, свидетельствующих о риске возникновения инфекционных заболеваний с водным путем передачи среди населения.

**Материал и методы.** Нами выполнена оценка качества воды рек Саратовской области (9 рек), используемых для хозяйственно-питьевых нужд, в местах водозабора. Гигиенический мониторинг включал определение качества воды по основным санитарно-химическим и эпидемиологическим показателям, оценка проводилась в соответствии с действующими регламентирующими документами. Проведен ретроспективный анализ качества водных объектов хозяйственно-питьевого назначения по РФ, ПФО и Саратовской области на основе данных комитета охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области.

Выполнен анализ уровня заболеваемости водными инфекциями населения, проживающего на исследуемых территориях, на основе результатов собственных исследований и данных Роспотребнадзора. В разработку были включены заболевания: кишечные инфекции (острые кишечные инфекции (ОКИ), острые кишечные инфекции установленной этиологии (ОКИУЭ), бактериальная дизентерия и вирусный гепатит А (ВГА). Результаты анализировались в абсолютных числах и относительных величинах на 100 тыс. населения.

Статистическими методами (дисперсионный метод, регрессионный анализ, дискриминантный анализ) нами выполнено определение взаимосвязи заболеваемости населения инфекциями с водным путем передачи с санитарно-гигиеническими показателями водоисточников.

**Результаты.** Разделение Саратовской области рекой Волгой на два региона — Правобережье и Левобережье — вносит существенные различия между территориями по природно-климатическим, ландшафтными и прочим географическим характеристикам. Территориальные особенности отражаются на качестве водных объектов области — их гидрологических и химических показателях.

Для доказательства неоднородности материала, полученного в разных районах области, исполь-

Результаты статистической оценки различий заболеваемости населения и основных параметров водной среды между регионами Правобережья и Левобережья Саратовской области

Показатели	Правобережье		Левобережье		Уровень значимости Р
	Среднее	Стандартная ошибка	Среднее	Стандартная ошибка	
<b>ЗАБОЛЕВАНИЯ</b>					
ОКИ	386,9	19,6	352,1	21,9	0,244
<b>ОКИ установленной этиологии</b>	<b>107,3</b>	<b>4,6</b>	<b>84,7</b>	<b>5,2</b>	<b>0,003</b>
Бактериальная дизентерия	32,2	7,6	24,8	8,5	0,516
Вирусный гепатит А	4,1	1,0	3,0	1,2	0,506
<b>САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>					
<b>ОМЧ</b>	<b>64,7</b>	<b>7,3</b>	<b>97,8</b>	<b>8,2</b>	<b>0,005</b>
<b>ОКБ</b>	<b>3690,7</b>	<b>435,4</b>	<b>5675,0</b>	<b>486,8</b>	<b>0,005</b>
<b>ТКБ</b>	<b>2343,1</b>	<b>499,8</b>	<b>4251,9</b>	<b>558,9</b>	<b>0,016</b>
<b>ХПК</b>	<b>28,9</b>	<b>1,6</b>	<b>39,4</b>	<b>1,8</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>БПК<sub>5</sub></b>	<b>3,1</b>	<b>0,1</b>	<b>3,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,001</b>

зовалась пошаговая процедура дискриминантного анализа. Вначале в анализ включались показатели уровня заболеваемости инфекциями с водным путем передачи, а также основные микробиологические и санитарно-гигиенические показатели. Затем, в ходе пошаговой процедуры «исключения» (при F-исключении, равном 4), выделялись 6 показателей, наиболее значимых для разделения наблюдений на 2 группы («правобережность» и «левобережность») (таблица).

Корректная классификация в Правобережье и Левобережье области проведена для 100% наблюдений. Результаты дискриминантного анализа показали, что уровень значимости позволяет признать статистическую состоятельность дискриминации данных по группирующему фактору. Стандартизованные коэффициенты (СК) дискриминантной функции позволили судить о вкладе каждого из отобранных показателей в разделение наблюдений на группы. Для разделения групп наиболее информативными явились показатель численности ТКБ (СК=1,23), рН (СК=1,12) и концентрация нитратов (СК=1,02). Наиболее значимыми для изучения оказались показатели: ОКИУЭ и численность ТКБ в основных водных объектах исследуемых районов. Наблюдения в Правобережье и Левобережье образуют достаточно самостоятельные группировки, слабо перекрывающиеся между собой. Между территориями определены статистически значимые различия показателей: общее микробное число (ОМЧ), ОКБ, ТКБ, химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), ОКИУЭ. Таким образом, исследуемый материал не является статистически однородным, и для дальнейшего изучения результаты исследования по районам Правобережья и Левобережья целесообразно анализировать отдельно.

Многoletние данные заболеваемости населения в исследуемых районах и санитарно-гигиенических показателей водных объектов, используемых для питьевых нужд, позволили с помощью дисперсионного метода исследования определить динамику показателей и оценить их значимость. Анализ полученных результатов свидетельствовал о сходстве динамики изменений уровня заболеваемости и санитарно-гигиенических показателей.

Общие тенденции определены при сравнении:

- уровня ОКИ и численности ОКБ, ТКБ, БПК<sub>5</sub> в обоих регионах области;
- ОКИУЭ и распределения значений ОМЧ, ОКБ, БПК<sub>5</sub> в Левобережье, ТКБ в обоих регионах области;
- дизентерии и численности ОМЧ, ОКБ, ТКБ, БПК<sub>5</sub> в двух региональных территориях;
- ВГА и динамики численности ОМЧ, ТКБ в Правобережье.

Для выявления связи показателей заболеваемости с санитарно-гигиеническими характеристиками основных питьевых водных объектов использовали так называемый метод всех возможных регрессий. В расчетах были задействованы 5 объясняющих факторов (ОМЧ, ОКБ, ТКБ, ХПК, БПК<sub>5</sub>), а выбор их наилучшего сочетания из всех возможных вариантов регрессий производился на основании максимального значения коэффициента детерминации R<sup>2</sup>.

Для районов Правобережья и их питьевых водных объектов выявлены две зависимости:

- Показатель ОКИ имеет прямую связь с ХПК, что описывается уравнением:  $ОКИ=261+4,34 ХПК$ . Коэффициент корреляции R данной связи составляет 0,38 при уровне значимости 0,1.

- Уровень заболеваемости ВГА имеет связь с ОМЧ водных объектов:

$ВГА=0,083 ОМЧ - 1,33$ . Данная зависимость статистически значима при уровне 0,01 с коэффициентом корреляции 0,54.

Для районов Левобережья определено три зависимости:

- Подтверждается прямая связь ОКИ с содержанием ХПК в водных объектах:  $ОКИ=161+4,83 ХПК$ . Уравнение статистически значимо при p=0,1 и имеет коэффициент корреляции 0,39.

- Связь заболеваемости населения ВГА с факторами водной среды оценивается уравнением множественной регрессии:  $ВГА=0,0019 ОКБ - 0,0014 ТКБ+7,25 БПК - 29,1$ . Коэффициент множественной корреляции 0,54, а статистическая значимость модели и её коэффициентов обеспечивается при 10%-ном уровне.

- Наиболее тесная связь (R=0,92 при p<0,001) обнаружена для показателя заболеваемости населения бактериальной дизентерией. Связь также

описывается уравнением множественной регрессии:  $ДИЗ=78,0+0,0023 ОКБ - 1,68 ХПК$ . При выявлении связи между уровнем заболеваемости ВГА и содержанием колифагов в воде в наших исследованиях статистически значимая связь отсутствовала. Показатель колифагов за время наблюдения значений предельно допустимых концентраций не превышал.

**Обсуждение.** При изучении результатов определено, что районы Правобережья, обладая лучшими по сравнению с Левобережьем значениями санитарно-гигиенических показателей водных объектов, тем не менее опережают их по всем рассматриваемым группам заболеваний. Это обстоятельство подтвердило необходимость отдельного анализа исследуемых регионов и указывает на то, что уровень заболеваемости разрабатываемой группы инфекций определяется не только санитарно-гигиеническим состоянием питьевых водных объектов, но и другими факторами: качеством питания, социально-экономическими особенностями и другими.

В правобережной части области размещаются наиболее крупные города и в целом выше уровень жизни населения. Оснащенность в отношении применяемых методов улучшения качества воды, контроль за сбросом сточных вод и выполняемая их очистка проводятся лучше. Отсутствие прямой связи между показателями подтверждает, что водный путь передачи инфекции не является основным путем инфицирования населения области ОКИ.

На основании проведенного нами исследования качества воды поверхностных водоисточников, используемых для хозяйственно-питьевых целей, и инфекционной заболеваемости населения на территориях их расположения можно судить о сохраняющемся неудовлетворительном положении обеспечения населения области питьевой водой.

Проведенный нами мониторинг качества рек свидетельствует о том, что согласно регламентирующим документам качества воды водоисточников все исследуемые реки могут быть отнесены только к водоисточникам 2-го класса [4, 5]. Для доведения качества воды до гигиенических требований безопасности, предъявляемых к питьевой воде, обязательно должны быть выполнены дополнительные методы и способы очистки и обеззараживания воды. В то же время недостаток объема финансирования существенно замедляет темпы работы в этом направлении. Однако следует отметить, что более десяти лет отмечается тенденция к снижению удельного веса неудовлетворительных проб для водных объектов I категории, т.е. имеет устойчивый характер.

Эпидемиологическая ситуация по общим инфекционным и паразитарным заболеваниям в Саратовской области на протяжении последних лет достаточно стабильная, без значительных изменений.

Ухудшение эпидемиологической обстановки и рост заболеваемости острыми кишечными инфекциями в среднем по стране в определенной степе-

ни обусловлены изменением качества потребляемой воды. Возможно, это результат жаркого лета на большинстве территорий страны и, как следствие, снижение дебита водоисточника, ухудшение состава питьевой воды, купание населения в водоемах, не отвечающих нормам.

**Заключение.** Полученные данные подтверждают статистически значимую связь между заболеваемостью населения инфекциями с водным путем передачи и санитарно-гигиеническими показателями водных объектов, а также позволяют определить критерии, имеющие наибольшее значение при оценке качества рек Саратовской области. Наибольшую значимость при оценке риска заболеваемости ОКИ представляют показатели ХПК и ОКБ.

Таким образом, очевидна необходимость усиления контроля Госсанэпиднадзора за организацией хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Саратовской области, а также осуществления комплекса санитарно-профилактических, организационных, водоохраных и прочих мероприятий по контролю за качеством воды. Оптимизация лабораторного контроля качества воды природных и сточных вод позволит в более короткие сроки проводить необходимые противозидемические мероприятия, исключить негативное влияние сточных вод на окружающую среду, а следовательно, на здоровье населения.

**Конфликт интересов** не заявляется.

#### References (Литература)

1. Of the sanitary-epidemiological situation in the Russian Federation in 2010: state report. M., 2011; 431 p. Russian (О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2010 году: государственный доклад. М., 2011; 431 с.).
2. Sergeeva IV, Sergeeva ES. Summary modern approach to the appraisal of quality of rivers with allowance for regional peculiarities. The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honor of N.I. Vavilov 2010; 11: 30–34. Russian (Сергеева И.В., Сергеева Е.С. Современный подход к оценке качества рек с учетом региональных особенностей. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова 2010; 11: 30–34).
3. Report of the state and protection environmental Saratov region 2011. Saratov, 2012; 236 p. Russian (Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2011 году. Саратов, 2012; 236 с.).
4. Sergeeva ES, Eliseyev YuYu. Complex sanitary hygienic estimation of rivers for drinking purpose. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2008; 4 (22): 18–21. Russian (Сергеева Е.С., Елисеев Ю.Ю. Комплексная санитарно-гигиеническая оценка рек питьевого назначения. Саратовский научно-медицинский журнал 2008; 4 (22): 18–21).
5. Sergeeva IV, Sergeeva ES, Meschenko IA. An integrated approach to the determination of environmental and sanitary-hygienic conditions of water bioresources in the Saratov region. The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honor of N.I. Vavilov 2012; 1: 54–58. Russian (Сергеева И.В., Сергеева Е.С., Мещенко И.А. Комплексный подход к определению экологического и санитарно-гигиенического состояния водных биоресурсов Саратовской области. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова 2012; 1: 54–58).