

УДК 613:628.144.2+616.34-002

Концесвитная Г. В.,  
Кононов К. Э.,  
Соболева Л. С.

(Луганская республиканская санитарно-эпидемиологическая станция,  
г. Луганск, [sesmzlnr@gmail.com](mailto:sesmzlnr@gmail.com)),

д.м.н. Капранов С. В.,  
Тарабцев Д. В.,  
Сухомлинова Т. Е.

(Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,  
г. Алчевск, [alch\\_ses\\_ok@mail.ru](mailto:alch_ses_ok@mail.ru))

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И КАЧЕСТВА ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

Выполнена оценка влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды централизованного питьевого водоснабжения на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями. Установлено достоверное прямое влияние количества аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения и показателей эпидемической безопасности питьевой водопроводной воды (удельного веса проб воды не соответствующих установленным нормам) на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями. Разработаны мероприятия по профилактике указанной патологии в связи с санитарно-техническим состоянием водопроводных систем и качеством водопроводной воды.

**Ключевые слова:** водопроводные сети, качество питьевой воды, острые кишечные инфекции.

**Постановка проблемы, обоснование ее актуальности.** Качество употребляемой питьевой воды является одним из важных факторов среды жизнедеятельности, влияющих на состояние здоровья населения и условия его проживания. Поэтому обеспечение жителей доброкачественной питьевой водой рассматривается как важная задача государства и общества. Под доброкачественностью питьевой воды понимается не только наличие у нее благоприятных органолептических свойств, безвредность химического состава, но также безопасность в радиационном и эпидемическом отношении.

За многолетний период специалистами изучено влияние различных показателей питьевой воды на состояние здоровья детского и взрослого населения. Доказана роль употребления питьевой воды с повышенными общей жесткостью и содер-

жанием сухого остатка, хлоридов, сульфатов на формирование у детей и подростков различных функциональных отклонений в состоянии здоровья, а у взрослых жителей — заболеваний системы пищеварения, кровообращения и связанной с ней дыхательной системы [1, 2].

Употребление питьевой воды с повышенным содержанием нитратов у детей увеличивает риск возникновения зоба и инфекционных заболеваний верхних дыхательных путей [3]. Опасными загрязнителями питьевой воды являются фенол и хлороформ, которые обладают высокой биологической активностью и способствуют развитию неблагоприятных (канцерогенных, мутагенных, иммунотоксических) эффектов [4, 5].

К массовым и тяжелым последствиям для здоровья населения может привести распространение водным путем возбудителей инфекционных заболеваний, особенно

различных кишечных инфекций. В Российской Федерации описано влияние микробного загрязнения водопроводной воды на заболеваемость детей острыми кишечными инфекциями (ОКИ) и построены регрессионные модели, устанавливающие количественные зависимости между показателями качества воды и заболеваемостью [6]. Одним из основных возбудителей, передаваемых в организм человека через воду, является кишечная палочка (*Escherichia coli*). Согласно данным, опубликованным за рубежом, наиболее опасным штаммом этого возбудителя является *E. coli* O157:H7, особенно для детей до 5 лет, у 15 % которых в случае инфицирования развивается гемолитико-уремический синдром [7].

**Постановка задачи.** В связи со значительной ролью водного фактора в распространении ОКИ представляется актуальной разработка и внедрение эффективных санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий по защите здоровья населения различных возрастных и социальных групп.

**Целью** настоящей работы явилось изучение влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды централизованного питьевого водоснабжения на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями с последующей разработкой адекватных профилактических мероприятий.

**Объект исследования** — закономерность влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды централизованного питьевого водоснабжения на заболеваемость населения ОКИ.

**Предмет исследования** — сведения об авариях на сетях централизованного питьевого водоснабжения, показатели эпидемической безопасности питьевой водопроводной воды, заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями.

**Методы исследования.** Исследования выполнены специалистами государственной санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) за период 2016–2020 гг. на

14 административных территориях (в 11 городах и 3 районах), входящих в состав Луганской Народной Республики (ЛНР). В работе использованы за каждый месяц отдельно 2016 г., 2017 г., 2018 г., 2019 г., 2020 г., а также в целом за указанный период следующие данные:

– количество аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения (I фактор);

– удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих требованиям Государственных санитарных правил и норм «Гигиенические требования к питьевой воде, предназначенной для употребления человеком» (ГСанПиН 2.2.4.171–10) от 12.05.2010 по показателям эпидемической безопасности (II фактор);

– заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями (на 100 000 жителей).

С использованием метода парной корреляции проведена оценка корреляционной связи между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения, удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, и заболеваемостью населения острыми кишечными инфекциями. Также оценка указанной связи была выполнена со сдвигом на 1 месяц (то есть сведения об авариях на водопроводных сетях и данные об удельном весе проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности за предыдущие месяцы, сравнивали с заболеваемостью ОКИ в последующие месяцы).

Кроме того, все месяцы периода 2016–2020 гг. в зависимости от степени выраженности изучаемых факторов (данные об авариях на водопроводных сетях и сведения об удельном весе проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности) были разделены на 3 основные группы. Так при оценке I фактора в первую группу включены месяцы с минимальным количеством аварий, во вторую группу — со сред-

ним и в третью группу — с максимальным количеством аварий на водопроводных сетях. При оценке II фактора в первую группу включены месяцы с минимальным удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам, во вторую группу — со средним и в третью группу — с максимальным удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности.

Для обоих изучаемых факторов, а также для заболеваемости населения ОКИ проведен расчет минимальных ( $M_{\min}$ ), средних ( $M \pm m$ ) и максимальных ( $M_{\max}$ ) величин. Далее выполнено сравнение заболеваемости ОКИ в указанные группы месяцев с оценкой достоверности различия по критерию Стьюдента ( $t$ ).

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований установлено, что за период 2016–2020 гг. в Луганской Народной Республике среднемесячное минимальное количество аварий на водопроводных сетях составило — 751, среднее —  $921,017 \pm 11,970$  и максимальное — 1116.

В результате помесечного корреляционного анализа за период 2016–2020 гг. и в отдельные годы (2016 г., 2017 г., 2018 г., 2019 г., 2020 г.) в целом по Луганской Народной Республике между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения и удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих требованиям по показателям эпидемиологической безопасности, достоверной связи не обнаружено ( $p > 0,05$ ).

За период 2016–2020 гг. среднемесячный минимальный удельный вес проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности, составил — 0,9 %, средний —  $6,33 \pm 0,39$  % и максимальный — 12,7 %.

За период 2016–2020 гг. в республике в результате помесечного корреляционного анализа между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения и заболеваемостью населения ОКИ уста-

новлена прямая слабая достоверная связь ( $r = +0,27$ ,  $D = 7,29$  %),  $p < 0,05$ . При этом за 2019 г. между указанными показателями выявлена прямая средняя достоверная связь ( $r = +0,69$ ,  $D = 47,61$  %),  $p < 0,05$ .

На следующем этапе работы в республике в результате помесечного корреляционного анализа между удельным весом проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности, и заболеваемостью населения ОКИ установлена прямая средняя достоверная связь за период 2016–2020 гг. ( $r = +0,48$ ,  $D = 23,04$  %) и прямая сильная достоверная связь за 2019 г. ( $r = +0,80$ ,  $D = 64,00$  %),  $p < 0,05$ .

В результате проведения более углубленного анализа в Луганской Народной Республике выявлена прямая средняя достоверная корреляционная связь между удельным весом проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности и заболеваемостью населения ОКИ за период 2016–2020 гг. со сдвигом на 1 месяц ( $r = +0,50$ ,  $D = 25,00$  %),  $p < 0,05$ . При этом результаты лабораторных исследований питьевой воды за каждый определенный месяц сравнивали с данными о заболеваемости населения ОКИ в последующий месяц.

На следующем этапе исследований и статистической обработки данных установлено, что за период 2016–2020 гг. в те 20 месяцев, в которые зарегистрировано на водопроводных сетях среднее количество аварий —  $915,00 \pm 5,09$ , и в другие 20 месяцев, в которые зарегистрировано максимальное количество аварий —  $1028,30 \pm 11,02$ , достоверно выше заболеваемость населения ОКИ, соответственно,  $16,22 \pm 1,20$  и  $15,48 \pm 0,98$  на 100000 жителей, по сравнению с 20 месяцами с минимальным количеством аварий —  $819,75 \pm 7,92$ , для которых характерен минимальный уровень заболеваемости ОКИ —  $12,51 \pm 1,00$  ( $p$  от  $< 0,05$  до  $< 0,001$ ). Данные в таблице 1.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что увеличение количества аварий на водопроводных сетях питьевого водоснабжения приводит к росту

заболеваемости населения ОКИ. По нашему мнению, это обусловлено тем, что в результате аварийных ситуаций с нарушением целостности водопроводных труб происходит проникновение загрязнений в водопроводную воду с ухудшением ее качества.

Далее получены сведения о том, что за период 2016–2020 гг. в те 20 месяцев, в которых обнаружен в питьевой водопроводной воде самый высокой удельный вес проб, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности –  $9,75 \pm 0,32$  %, достоверно выше заболеваемость населения ОКИ —  $17,92 \pm 1,07$ , по сравнению с 20 месяцами с минимальным удельным весом проб, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности —  $2,87 \pm 0,21$  %, для которых характерен минимальный уровень заболеваемости ОКИ —  $12,17 \pm 0,77$  ( $p$  от  $<0,05$  до  $<0,001$ ). Данные также в таблице 1.

Следовательно, при ухудшении качества питьевой водопроводной воды по показателям эпидемической безопасности отмечается достоверное увеличение заболеваемости населения ОКИ.

На заключительном этапе работы методом парной корреляции с использованием месячных данных за период 2017–2020 гг., а также в отдельности за 2017, 2018, 2019 и 2020 годы выполнена оценка связи между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения (I фактор), удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности (II фактор), и заболеваемостью населения острыми кишечными инфекциями (ОКИ). Аналогичная статистическая обработка выполнена также со сдвигом на 1 месяц. Полученные данные в таблице 2.

Таблица 1

Влияние количества аварий на водопроводных сетях, удельного веса проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями за период 2016–2020 гг. ( $n = 60$ )

Влияние на заболеваемость острых кишечных инфекций	Количество аварий на водопроводных сетях			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	$\frac{M_{\min}-M_{\max}}{M \pm m}$					
	низкое <u>751–879</u> $819,75 \pm 7,92$	среднее <u>879–956</u> $915,00 \pm 5,09$	максимальное <u>956–1116</u> $1028,30 \pm 11,02$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$
I фактора*	<u>6,3–24,9</u> $12,51 \pm 1,00$	<u>7,4–27,0</u> $16,22 \pm 1,20$	<u>6,5–26,5</u> $15,48 \pm 0,98$	$< 0,02$	$< 0,05$	$> 0,05$
Влияние на заболеваемость острых кишечных инфекций	Удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, %			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	$\frac{M_{\min}-M_{\max}}{M \pm m}$					
	низкий <u>0,9–4,5</u> $2,87 \pm 0,21$	средний <u>4,8–7,5</u> $6,38 \pm 0,19$	максимальный <u>7,5–12,7</u> $9,75 \pm 0,32$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$
II фактора*	<u>6,5–19,9</u> $12,17 \pm 0,77$	<u>6,3–26,5</u> $14,11 \pm 1,09$	<u>11,7–27,0</u> $17,92 \pm 1,07$	$> 0,05$	$< 0,001$	$< 0,001$

\*I фактор — количество аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения; II фактор — удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности.

**ЭКОЛОГИЯ**

Таблица 2

Показатели корреляционной связи между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения (I фактор), удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности (II фактор), и заболеваемостью населения острыми кишечными инфекциями (ОКИ) за период 2017–2020 гг.

Города и районы	Коэффициенты парной корреляции (r) для оценки связи между следующими показателями:		
	I и II факторами	I фактором и заболеваемостью ОКИ	II фактором и заболеваемостью ОКИ
1	2	3	4
В целом по городам и районам	<u>В 2018 г.</u> (+0,64)	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,43 <u>за 2019 г.</u> +0,69	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,48 (+0,46) <u>за 2019 г.</u> +0,80
Луганск	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,39 (+0,49) <u>За 2018 г.</u> (+0,71) <u>За 2020 г.</u> (+0,68)	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,59 (+0,61)	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,41 (+0,49)
Алчевск	x	x	x
Антрацит	<u>За 2019 г.</u> +0,58	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,34 (+0,38)	x
Брянка	<u>За 2020 г.</u> +0,60	<u>За 2017–2020 гг.</u> (+0,31)	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,51 <u>За 2018 г.</u> +0,68 <u>За 2019 г.</u> +0,60
Кировск	x	x	x
Красный Луч	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,30 <u>За 2017 г.</u> (+0,62)	x	<u>За 2017 г.</u> (+0,71)
Краснодон с районом	x	<u>За 2020 г.</u> +0,59	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,45 <u>За 2018 г.</u> +0,72
Первомайск	x	<u>За 2018 г.</u> +0,68	x
Ровеньки	x	x	<u>За 2017 г.</u> +0,68
Свердловск с районом	x	x	x
Стаханов	x	x	<u>За 2017–2020 гг.</u> (+0,45) <u>За 2019 г.</u> +0,68 <u>За 2017 г.</u> (+0,74) <u>За 2020 г.</u> (+0,60)

## ЭКОЛОГИЯ

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Лутугинский район	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,31 <u>за 2019 г.</u> +0,71	<u>За 2017 г.</u> +0,60	х
Перевальский район	х	<u>За 2019 г.</u> +0,67	х
Славяносербский район	<u>За 2018 г.</u> (+0,71)	<u>За 2017–2020 гг.</u> +0,39	<u>За 2018 г.</u> +0,59

*Примечание:* в скобках указаны коэффициенты парной корреляции, полученные для оценки связи между факторами I и II, а также между указанными факторами и заболеваемостью населения ОКИ, полученные со сдвигом на 1 месяц; х — означает, что результаты оценки корреляционной связи между показателями недостоверны ( $p > 0,05$ ) и поэтому в таблице не приведены.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Согласно полученным данным, в целом по Луганской Народной Республике, в городах Луганске, Брянке и Славяносербском районе выявлена прямая достоверная корреляционная связь между всеми изучаемыми показателями. В Антраците и Лутугинском районе установлена прямая достоверная связь между факторами I и II, а также между I фактором и заболеваемостью населения ОКИ. В городе Красный Луч обнаружена прямая достоверная связь между факторами I и II, а также между II фактором и заболеваемостью населения ОКИ. В городе Краснодоне с одноименным районом определена прямая достоверная связь между I фактором и заболеваемостью населения ОКИ, а также между II фактором и заболеваемостью населения ОКИ. В городе Первомайске и Перевальском районе установлена прямая достоверная связь только между I фактором и заболеваемостью населения ОКИ, а в городах Ровеньки и Стаханов прямая достоверная связь только между II фактором и заболеваемостью населения ОКИ.

Согласно результатам проведенных исследований, за многолетний период уста-

новлено достоверное влияние количества аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения, а также показателей эпидемической безопасности питьевой водопроводной воды на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями. Учитывая выявленную роль водного фактора в формировании заболеваемости населения ОКИ, представляется важным разработка и внедрение эффективных организационных, санитарно-технических, противоэпидемических и других мероприятий по профилактике указанной патологии. К основным из этих мероприятий относятся следующие:

- своевременное проведение ремонта водопроводных сетей и сооружений с доведением их качества до установленных санитарно-технических требований;

- внедрение современных централизованных и локальных систем обеззараживания питьевой водопроводной воды с целью доведения ее качества по показателям эпидемической безопасности до норм ГСанПиН 2.2.4.171–10;

- использование для питья и хозяйственно-бытовых целей доброкачественной воды, соответствующей установленным нормам.

### Библиографический список

1. Капранов, С. В. Вода и здоровье [Текст] / С. В. Капранов, О. Н. Титамир. — Луганск : Янтарь. — 184 с.

2. Прокопов, В. О. Вплив мінерального складу питної води на хвороби системи кровообігу [Текст] / В. О. Прокопов, О. Б. Липовецька, М. Ю. Антомонов // Довкілля та здоров'я. — 2016. — № 1 (77). — С. 54–58.

3. Gupta, S. K. Recurrent acute respiratory tract infections in areas with high nitrate concentrations in drinking water [Text] / S. K. Gupta // Environmental Health Perspectives. — 2000. — Vol. 108. — P. 363–366.

4. Лук'яничук, С. В. Забруднення водного середовища : вплив на імунну систему організму [Текст] / С. В. Лук'яничук // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 3 (50). — С. 31–34.

5. Phenol and hydroquinone induce gene mutation in V79-derived cells expressing human xenobiotic-metabolising enzymes [Text] / Y. Liu, E. Muckel, J. Doehmer et al. // Nova Asta Leopoldina. — 2001. — № 329. — P. 231–237.

6. Бакуменко, Л. П. Статистический анализ влияния качества питьевой воды на здоровье населения региона [Текст] / Л. П. Бакуменко, П. А. Коротков // Прикладная эконометрика. — 2011. — № 2 (22). — С. 32–47.

7. The risk of the hemolytic-uremic syndrome after antibiotic treatment of *Echerichia coli* O157:H7 infections [Text] / C. S. Wong et al. // New England journal of medicine. — 2000. — № 342 (26). — P. 1930–1936.

© Концесвитняя Г. В.

© Кононов К. Э.

© Соболева Л. С.

© Капранов С. В.

© Тарабцев Д. В.

© Сухомлинова Т. Е.

Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС  
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» Смирновой И. В.,  
к.м.н., доц. ГУ ЛНР «ЛГМУ им. Святителя Луки»,  
зам. главного врача ГС «Луганская республиканская СЭС» МЗ ЛНР Качур Н. В.

Статья поступила в редакцию 21.10.2021.

**Kontsevitnyaya G. V., Kononov K. E., Soboleva L. S.** (Lugansk Republican Sanitary and Epidemiological Department, Lugansk, [sesmzlnr@gmail.com](mailto:sesmzlnr@gmail.com)), **Dr. Med. Kapranov S. V., Tarabtsev D. V., Sukhomlinova T. E.** (Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, [alch\\_ses\\_ok@mail.ru](mailto:alch_ses_ok@mail.ru))

#### ASSESSMENT OF INFLUENCE OF WATER PIPELINES TECHNICAL CONDITION AND CENTRALIZED DRINKING WATER QUALITY ON THE NUMBER OF ACUTE INTESTINAL INFECTIONS CASES AMONG THE POPULATION

*A real direct influence was found considering the number of drinking water pipeline accidents and epidemic safety indicators of drinking tap water (the proportion of water samples that do not meet the required standards) on the number of acute intestinal infections with the population. Measures have been developed to prevent this pathology in connection with the sanitary-technical state of water supply systems and the quality of tap water.*

**Key words:** drinking water pipeline, drinking water quality, acute intestinal infections.