

**Влияние потребления артезианской воды, подаваемой через систему
централизованного водоснабжения, на здоровье населения аридных районов
Саратовской области**

Резюме

Введение. Согласно данным статистических исследований, более 11 миллионов жителей России используют воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим нормам и не прошедшую предварительную водоподготовку. Потребление такой воды может негативно влиять на здоровье населения, создавая риски развития различного рода заболеваний.

Цель исследования. Анализ связь между распространенностью болезней органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и потреблением артезианской воды, подаваемой населению через систему централизованной водопроводной сети, в аридных районах Саратовской области.

Материалы и методы. Изучены 27 проб артезианской воды, отобранных из систем централизованной водопроводной сети трёх аридных районов Саратовской области за период 2008-2022 годы. Для оценки санитарно-химических показателей воды применяли атомно-абсорбционный спектрометр, фотоэлектрический фотометр, атомно-эмиссионный спектрометр параллельного действия, систему капиллярного электрофореза. Данные о количестве жителей, состоящих под диспансерным наблюдением, получены из базы данных Государственного учреждения здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» г. Саратова. Для статистического анализа использовали программу *Statistica 10*.

Результаты. В исследуемых образцах артезианской воды определено несоответствие гигиеническим нормативам по показателям общей жесткости, щелочности и общей минерализации, а также превышение предельно допустимой концентраций солей нитратов, хлоридов и сульфатов, ионов марганца, кальция, магния и железа. Проведенное исследование позволило установить весьма высокую корреляционную связь среднесуточного объема потребления артезианской воды населением, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, и количеством жителей аридных районов Саратовской области, находящихся под диспансерным наблюдением по причине болезней органов мочеполовой системы ($r=0,931$, $r^2=0,867$, $p<0,001$).

Выводы. Полученные результаты позволили выявить весьма высокую корреляционную связь ($r>0,9$) среднесуточного объема потребления артезианской воды, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, и количеством жителей аридных районов Саратовской области, находящихся под диспансерным наблюдением по причине болезней органов мочеполовой системы, что указывает на необходимость совершенствования мер, направленных на повышение качества водообеспечения населения.

Ключевые слова: артезианская вода, питьевая вода, диспансерное наблюдение, мочеполовая система, органы пищеварения, система кровообращения.

Influence of Consuming Artesian Water Supplied through a Centralized Water Distribution System on the Health of the Population in Arid Regions of Saratov Oblast

Introduction. According to the data from statistical studies, more than 11 million residents of Russia use water that does not meet sanitary and hygienic standards and has not undergone pre-treatment. Consumption of such water may have a negative impact on public health, creating risks for the development of various diseases.

The objective of this study was to investigate the association between the prevalence of cardiovascular, urogenital, and digestive system diseases and the consumption of artesian water sourced from centrally operated water supply systems in arid regions of the Saratov Oblast. Materials and methods. A total of 127 samples of artesian water, collected from the centralized water supply systems in three arid regions of the Saratov Oblast, were examined over the period of 2008-2022. The sanitary-chemical parameters of the water were evaluated using an atomic absorption spectrometer, a photoelectric photometer, a parallel action atomic emission spectrometer with inductively coupled plasma, and a capillary electrophoresis system. Data on the number of residents under dispensary observation were obtained from the database of the State Health Institution Medical Information and Analytical Center' in Saratov. The Statistica 10 software was utilized for statistical analysis.

Results. Exceedance of the maximum permissible concentration of hardness, alkalinity, total mineralization, nitrate salts, chlorides, sulfates, as well as ions of manganese, calcium, magnesium, and iron was found in samples of artesian water. The conducted study allowed establishing a strong correlation between the volume of consumption of artesian water that does not meet sanitary and hygienic requirements and the number of residents in arid districts of the Saratov Oblast under dispensary observation attributable to genitourinary system disorders ($r=0,931$, $r^2=0,867$, $p<0,001$).

Conclusions. The obtained results indicate a strong correlation ($r>0.9$) between the population under dispensary observation for diseases of the genitourinary systems and the volume of consumed artesian water from centrally operated water supply systems in the arid districts of the Saratov Oblast.

Keywords: artesian water, drinking water, dispensary observation, genitourinary system, digestive organs, circulatory system.

Одним из важнейших условий обеспечения здоровья и благополучия населения является свободный доступ к качественной питьевой воде. В то же время, по имеющимся на сегодняшний день данным, более 11 миллионов жителей России вынуждены использовать для питьевых нужд воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим нормам [1, 2, 3]. В связи с этим, обеспечение безопасного водопользования становится одним из приоритетных направлений политики Правительства Российской Федерации. Реализация данного вопроса осуществляется как на федеральном, так и на региональном уровнях в соответствии с указом Президента от 19.04.2017 №176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»¹ и в рамках

¹ Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 №176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»

национального проекта «Экология» и Федерального проекта «Чистая вода», главной задачей которых является повышение качества питьевой воды.

Проблема снабжения населения качественной питьевой водой весьма актуальна для засушливых территорий нашей страны. Особенностью питьевого водоснабжения в условиях аридного климата является нехватка поверхностных водоисточников, а также их повышенная чувствительность к антропогенной нагрузке, связанная с воздействием целого комплекса метеорологических факторов [4]. Недостаточная увлажненность территорий создает условия для изменения естественного минерального состава воды поверхностных водоисточников, что приводит к увеличению ее загрязнения. Стандартная процедура водоподготовки здесь становится неэффективной. Данный вопрос в настоящее время особенно остро стоит для следующих территорий Российской Федерации: Республика Дагестан [5], Хакасия [6], Оренбургская [7], Астраханская [8], Волгоградская [9] и Саратовская [10] области. Для водообеспечения населения здесь, наряду с поверхностными водоисточниками, используют подземные, представленные артезианскими водами с относительно постоянным химическим составом.

В ряде исследований показано несоответствие основным санитарно-гигиеническим показателям артезианской воды, отобранной в засушливых регионах нашей страны [5-10]. В частности, артезианская вода, исследуемая на аридных территориях северного Дагестана, характеризовалась высоким содержанием мышьяка, кадмия, фенолов и других токсических веществ. Таким образом, около 700 000 человек, проживающих на исследуемой территории, вынуждены использовать эту воду для хозяйственно-питьевых нужд, подвергаясь риску развития целого ряда заболеваний [5]. Эта проблема характерна и для Республики Хакасия, в подземных водах которой постоянно регистрируются превышения предельно допустимой концентрации по содержанию алюминия (от 7 до 13 ПДК), фторидов (до 3 ПДК), а также солей нитратов [6].

В 2017 году доля населения Саратовской области, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, составляла 87,5 %. В соответствии с Указом Президента РФ от 07.05.2018 г. №204², к концу 2024 года доля населения, обеспеченная качественной питьевой водой, должна составлять 92,4 %. Однако, по области этот показатель в период с 2017 по 2021 годы составлял 84,5 – 87,7 %³, а на ее аридных территориях он не превышал 42,5 %⁴. Таким образом, недостаточность водообеспеченности населения левобережных районов Саратовской области качественной питьевой водой составляет 45% от имеющихся средних показателей по области и примерно 50% от целевых.

Кроме этого, согласно материалам Государственного доклада⁵, на 2021 год обеспеченность городского населения Саратовской области качественной питьевой водой составляла 95,4%, сельского населения – 59,3%. Источниками питьевого водоснабжения

² Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

³ <https://www.fedstat.ru/>

⁴ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году по Саратовской области // Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 221 с.

⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году по Саратовской области // Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 255 с.

сельских жителей являются средние и малые реки внутреннего стока со смешанным питанием (дождевое и снеговое), искусственно пополняемых из Саратовского водохранилища (река Волга), а также подземные артезианские воды, глубина залегания которых варьирует от 80 до 240 метров. Как правило, вода из поверхностных водоисточников используется населением после прохождения процедуры самостоятельной водоподготовки, заключающейся в ее отстаивании, фильтрации и кипячении. В то же время вода из источников артезианского типа, как правило, потребляется населением без проведения предварительной водоподготовки. Постоянное потребление такой воды может способствовать поступлению в организм и накоплению целого ряда химических соединений, что может привести к повышению риска развития целого ряда заболеваний, в том числе органов мочеполовой и пищеварительной систем, а также системы кровообращения [11-20].

Цель исследования – анализ связи между распространенностью болезней органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и потреблением артезианской воды, подаваемой населению аридных районов Саратовской области через систему централизованной водопроводной сети.

Материалы и методы

Обзор имеющегося опыта исследований качества питьевой воды на аридных территориях Российской Федерации проводился на основании анализа литературных источников опубликованных за последние 5 лет и размещенных в базе данных рецензируемой научной литературы Scopus и РИНЦ. Выбор публикаций осуществлялся по ключевым словам «питьевая вода», «артезианская воды», «водоснабжение населения», «аридные территории».

Материалом для исследования явились 127 проб артезианской воды, подаваемой сельскому населению Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области по системе централизованной водопроводной сети. Выбор районов наблюдения обусловлен их расположением в засушливой (степь) и очень засушливой (сухая степь) зонах по показателю гидротермического коэффициента Селянинова, значения которого за период с 2008 по 2022 годы. для Александрово-Гайского района составил $0,27 \pm 0,13$, для Новоузенского района – $0,27 \pm 0,16$, для Федоровского района – $0,42 \pm 0,22$.

Отбор исследуемых проб воды осуществлялся в рамках проводимого социально-гигиенического мониторинга в определенных задачами исследования контрольных точках в период с 2008 по 2022 годы в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012⁶. Оценка санитарно-химических показателей образцов воды проводилась на базе Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» с применением титриметрического, спектрофотометрического и электрофоретического методов исследования, а также метода атомно-абсорбционной спектроскопии на приборах: спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-Z.ЭТА-T» (ООО «Кортэк», Россия), фотометр фотоэлектрический КФК-3 (АООТ «ЗОМЗ», Россия), атомно-эмиссионный спектрометр параллельного действия ICPE-9800 (Shimadzu Europa GmbH, Германия), система капиллярного электрофореза «Капель-105 М» (ООО

⁶ ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб

«Люмэкс», Россия). Выбор определяемых показателей обусловлен требованиями СанПиН 1.2.3685-21⁷, предъявляемыми к качеству питьевой воды.

Сведения об артезианских скважинах, расположенных на территориях Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области, получены из электронного каталога учетных карточек буровых скважин на воду, находящегося в свободном доступе и размещенного на официальном сайте ФГБУ «Росгеолфонд»⁸. Данные о численности взрослого населения взяты с официальных сайтов администраций Федоровского⁹, Новоузенского¹⁰ и Александрово-Гайского¹¹ районов Саратовской области, а также с интернет-ресурса Федеральной службы государственной статистики¹² и распоряжения Правительства Саратовской области от 4.08.2010 года N 237-Пр¹³.

Данные о численности взрослого населения аридных районов Саратовской области, состоящего под диспансерным наблюдением с болезнями системы кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем за период с 2008 по 2021 годы, предоставлены Государственным учреждением здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр (МИАЦ)» г. Саратова.

Среднесуточный объем потребления артезианской воды на одного жителя рассчитывали по формуле 1:

$$V_{cp} = \frac{A \cdot V_{фн}}{B}, \quad (1)$$

где V_{cp} – среднесуточный объем потребляемой воды на одного жителя (л/сут);

$V_{фн}$ – физиологическая норма суточного водопотребления (л);

A – численность населения, потребляющего артезианскую воду в районе (чел);

B – общая численность населения района (чел).

Для статистического анализа применяли программы *Statistica 10* (Statsoft, USA). Для проверки нормальности распределения данных в выборках, отражающих численность взрослого населения районов, стоящего под диспансерным наблюдением и среднесуточного объёма потребления артезианской воды в районе использовали W-тест Шапиро-Уилка, коэффициенты асимметрии и эксцесса. При значениях критерия Шапиро-Уилка более чем 0,05 принимали нулевую гипотезу о совпадении распределения наблюдаемых значений в выборках с законом нормального распределения. Для описания данных использовали следующие показатели: среднее арифметическое (M), среднее квадратичное отклонение (SD). Для сравнения независимых выборок использовали t -критерий Стьюдента. Результаты считались значимыми при $p < 0,05$. Для оценки взаимосвязи исследуемых показателей использовали метод корреляционно-

⁷ СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

⁸ <https://rfgf.ru/bur/>

⁹ <http://fedormr.ru/kharakteristika-rayona.php>

¹⁰ <http://novouzensk.ru/>

¹¹ <https://aleksandravogajskoe-r64.gosweb.gosuslugi.ru/>

¹² <https://rosstat.gov.ru/>

¹³ Распоряжение Правительства Саратовской области от 4.08.2010 года N 237-Пр «Об утверждении Плана основных мероприятий по реализации Концепции экологической безопасности Саратовской области на 2010-2020 годы»

регрессионного анализа (при нормальном распределении сопоставляемых показателей). Величину коэффициента корреляции Пирсона (r) выражали в силе связи, используя шкалу Чеддока [21].

Результаты

По данным Росстата, в период с 2017 по 2021 годы на территории Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области проживало $18528,8 \pm 731,1$, $5757,3 \pm 160,9$ и $15255,7 \pm 226,0$ человек соответственно. Установлено, что в состав муниципальных образований входило 53 сельских поселения, где основными источниками централизованного водоснабжения являлись подземные водоисточники, представленные высокоминерализованными артезианскими водами, которые подаются населению без прохождения процедуры предварительной водоподготовки. Общее число жителей поселков в Федоровском районе составляло $7201,3 \pm 140,2$ человек, в Новоузенского района – $28675,6 \pm 997,5$ человек, в Александрово-Гайском районе – $538,0 \pm 14,7$ человек.

Известно, что качественный состав подземных вод напрямую зависит от химических свойств ограничивающего их слоя, он стабилен в течение длительного промежутка времени и не зависит от климатических факторов, паводков и осадков [22]. По имеющимся данным, Федоровский, Новоузенский и Александрово-Гайский районы находятся в пределах одного водоносного горизонта с глубиной залегания артезианских вод от 100 до 180 м. Таким образом, считаем правомерным объединение данных санитарно-химических исследований проб воды в трёх районах области.

Проведенный анализ проб воды, отобранных из систем централизованной водопроводной сети, расположенных на обследуемых территориях Саратовской области, позволил установить несоответствие качества воды требованиям, определенным СанПиНом 1.2.3685-21 (таблица 1). Согласно данным представленным в таблице 1, выявлено несоответствие гигиеническим нормативам по показателям мутности (26 ± 8 мг/л), общей жесткости (24 ± 3 мг-экв/л), щелочности ($7,5 \pm 0,2$ ед), общей минерализации (2454 ± 546 мг/л). Установлено превышение предельно допустимых концентраций содержания солей нитратов (99 ± 23 мг/л), хлоридов (1610 ± 462 мг/л) и сульфатов (753 ± 64 мг/л). Также были зарегистрированы повышенные допустимых значений присутствия в отобранных образцах воды ионов марганца (до 11 ПДК), железа (до 10,83 ПДК) и магния (до 8,8 ПДК). Установлено превышение содержание ионов кальция в воде по показателю физиологической нормы их потребления. (Таблица 1).

Таблица 1. Химический состав артезианской воды аридных районов Саратовской области / Table. Chemical composition of artesian water in arid regions of Saratov oblast

Показатель / Chemical Indicator	ПДК по СанПиН 1.2.3685-213 / MCL according to SanPiN 1.2.3685-213	Средняя концентрация, мг/дм ³ / Average concentration, mg/dm ³	Максимальная концентрация, мг/дм ³ / Maximum concentration, mg/dm ³
Аммиак / Ammonia	1,5	$0,46 \pm 0,28$	1,46
Барий / Barium	0,7	$0,104 \pm 0,007$	0,114

Бор / Boron	0,5	0,147±0,016	0,36
Железо / Iron	0,3	0,57±0,1	0,7
Кадмий / Cadmium	0,001	0,0004±0,0001	0,001
Марганец / Manganese	0,1	0,64±0,1	1,1
Мышьяк / Arsenic	0,01	0,0009±0,0	0,0009
Нитраты / Nitrates	45,0	99,0±23,0	120,0
Нитриты / Nitrites	3,0	0,17±0,06	0,271
Свинец / Lead	0,01	0,003±0,0	0,003
Стронций / Strontium	7,0	1,68±0,56	2,5
Сульфаты / Sulfates	500,0	753,0±64,0	1320,0
Фториды / Fluorides	1,5	0,43±0,37	0,87
Хлориды / Chlorides	350,0	1610,0±462,0	1800,0
Цинк / Zinc	5,0	0,041±0,086	0,6
Магний / Magnesium	50,0	223,0±65,0	356,0
Калий / Potassium	30,0	5,486±3,715	13,6
Кальций* / Calcium*	-	401,0±57,0	776,0

Примечание: * – физиологическая норма потребления 500-1200 мг/сут.

Note:* – physiological norm of consumption 500-1200 mg/day

Проведен анализ численности населения, состоящего под диспансерным наблюдением с болезнями органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем в период с 2017 по 2021 г. (таблица 2). Выявлено, что наибольшая доля взрослого населения, состоявшего под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы, проживала на территории Федоровского района и составляла $6,8 \pm 0,4\%$ от общей численности его жителей. В Новоузенском и Александрово-Гайском районах области этот показатель определялся на уровне $5,9 \pm 0,4\%$ ($p < 0,01$) и $5,0 \pm 0,1\%$ ($p < 0,001$) соответственно.

Наибольшая доля взрослого населения, состоящая под диспансерным наблюдением с болезнями органов пищеварительной системы, проживала в Новоузенском районе и составляла $4,4 \pm 0,6\%$ от общего числа жителей. В Федоровском районе этот показатель был ниже и определялся на уровне $4,0 \pm 0,1\%$. При этом следует отметить отсутствие статистически значимых различий показателя в этих районах, однако установлено статистически значимое снижение его значения для населения Александрово-Гайского района по сравнению с Федоровским ($p < 0,05$) и Новоузенским ($p < 0,01$) районами области.

Преобладающее количество жителей, числящихся под диспансерным наблюдением по причине наличия болезней системы кровообращения, проживала в Новоузенском

районе Саратовской области и составляла $13,9 \pm 2,5\%$, наименьшая – в Федоровском ($11,1 \pm 0,4\%$) и Александрово-Гайском ($10,7 \pm 1,2\%$) районах. Статистически значимых различий между этим показателем в Федоровском и Александрово-Гайском районах области не выявлено.

Исходя из данных о численности населения и физиологической нормы потребления питьевой воды (3,5 л) рассчитан среднесуточный объем потребления артезианской воды на одного жителя района (формула 1). Полученные данные представлены в таблице 2. Установлено, что доля среднесуточного объема потребления артезианской воды населением Федоровского района был статистически выше Новоузенского и Александрово-Гайского районов ($p < 0,001$). Кроме того, определено, что водопотребление артезианской воды у жителей Новоузенского района было выше, чем у населения Александрово-Гайского района ($p < 0,001$).

Таблица 2. Численность населения, состоящего под диспансерным наблюдением, и среднесуточный объем потребления артезианской воды в аридных районах Саратовской области / Table. The number of the population under dispensary supervision and the annual volume of water consumption in arid areas of the Saratov region

Муниципальный район / Municipal district	Среднесуточный объем потребления артезианской воды, л/сут /, Average daily consumption of artesian water, L/person	Средняя численность взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением в период с 2017 по 2021 годы (% от общей численности населения в районе) / The average number of adults registered at the dispensary during the observation period from 2017 to 2021 (% of the total population in the district)		
		болезни мочеполовой системы (N00-99) / diseases of the genitourinary system (N00-99)	болезни органов пищеварения (K00-K92) / diseases of the digestive system (K00-K92)	болезни системы кровообращения (I00-I99) / diseases of the circulatory system (I00-I99)
Федоровский / Fedorovsky	$1,4 \pm 0,01$	$1266,0 \pm 64,3$ ($6,8 \pm 0,4\%$)	$735,6 \pm 11,1$ ($4,0 \pm 0,1\%$)	$2060,6 \pm 35,9$ ($11,1 \pm 0,4\%$)
Новоузенский / Novouzensky	$0,7 \pm 0,01$	$1691,4 \pm 107,8$ ($5,9 \pm 0,4\%$)	$1252,8 \pm 135,7$ ($4,4 \pm 0,6\%$)	$3957,6 \pm 559,4$ ($13,9 \pm 2,5\%$)
Александрово-Гайский / Alexandrovo-Gaysky	$0,1 \pm 0,01$	$758,4 \pm 18,1$ ($4,9 \pm 0,1\%$)	$500,6 \pm 87,5$ ($3,3 \pm 0,5\%$)	$1627,0 \pm 211,2$ ($10,7 \pm 1,2\%$)
	$p_1 < 0,001$; $p_2 < 0,001$; $p_3 < 0,001$.	$p_1 < 0,010$; $p_2 < 0,001$; $p_3 < 0,001$; $r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $A = 3,5\%$,	$p_2 < 0,05$; $p_3 < 0,01$; $r = 0,437$; $r^2 = 0,191$; $A = 12,2\%$, $p > 0,05$	$p_1 < 0,05$; $p_3 < 0,05$; $r = -0,096$, $r^2 = 0,009$; $A = 14,0\%$, $p > 0,05$

		$p<0,001$		
--	--	-----------	--	--

Примечание: p – уровень статистической значимости для t-критерия Стьюдента; r – коэффициент корреляции Пирсона, связывающий показатель объема водопотребления со средним числом взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением; r^2 – коэффициент детерминации; A – средняя ошибка аппроксимации; p – уровень статистической значимости различий: p_1 – Федоровский и Новоузенский район; p_2 – Федоровский и Александрово-Гайский район; p_3 – Новоузенский и Александрово-Гайский район;

Note: p – the level of statistical significance for the Student's t-test; r – Pearson's correlation coefficient, linking the indicator of the volume of water consumption with the average number of adults under dispensary supervision; r^2 – coefficient of determination; A – average approximation error; p^1 – the level of statistical significance of differences: p^1 – Fedorovsky and Novouzensky districts; p^2 – Fedorovsky and Alexandrovo-Gaysky districts; p^3 – Novouzensky and Alexandrovo-Gaysky districts.

Проанализирована связь количества лиц (% от общей численности населения в районе), состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и среднесуточного объема потребления артезианской воды населением аридных районов Саратовской области, подаваемой через систему централизованной водопроводной сети.

Выявлена весьма высокая связь ($r=0,931$, $r^2=0,867$, $p<0,001$) между среднесуточным объемом потребления артезианской воды населением и количеством жителей аридных районов Саратовской области, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы (табл. 2). Наблюдаемая зависимость описана уравнением парной линейной регрессии (2):

$$БМПС = 4,80005 + 1,50421 \cdot ОСП, \quad (2)$$

где: БМПС – число жителей, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы (%), ОСП – среднесуточный объем потребления артезианской воды населением (л/чел).

Определена умеренная связь ($r=0,437$, $r^2=0,191$) количества лиц, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями пищеварительной системы, и среднесуточным объемом потребления артезианской воды населением (таблица 2). Однако полученные высокие значения уровня статистической значимости ($p>0,05$) указывают на то, что среднесуточный объем потребления артезианской воды не оказывает влияния на количество жителей, находящихся под диспансерным наблюдением, а также на наличие не включенных в исследование факторов, которые могут влиять на возникновение изучаемого эффекта.

Как видно из таблицы 2, корреляционной связи между среднесуточным потреблением артезианской воды населением и количеством жителей аридных районов Саратовской области, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями органов пищеварения, не установлено ($r<0,1$).

Обсуждение

Проведенный нами ретроспективный анализ санитарно-химических показателей проб артезианской воды, отобранных из скважин централизованного водоснабжения населения Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области, позволил определить несоответствие подаваемой воды санитарно-гигиеническим

нормативам. В частности, были зафиксированы высокие значения показателей общей минерализации и общей жесткости, а также избыточное содержание солей хлоридов, ионов марганца, бора и магния, что может быть связано с геологогидрохимическими особенностями почв. Сосредоточение глинистого горизонта в верхней части геологического разреза затрудняет проникновение поверхностной и атмосферной влаги в подземные воды, что способствует повышению их минерализации [22]. Значения показателя общей жесткости ($24,0 \pm 3,0$ мг-экв/л) позволяют охарактеризовать воду, отобранную из исследуемых скважин как жесткую. Содержание ионов Ca^{2+} в питьевой воде в соответствии с СанПин 1.2.3685-21 не нормируется. Однако в СанПин 2.1.4.1116-02¹⁴ указаны допустимых гигиенических норм содержания ионов магния, кальция и показателя общей жесткости для бутилированной воды. В исследуемых образцах ионы кальция содержались в количестве 401 ± 57 мг/л, что более чем в 3 раза выше рекомендованных нормативом требований. Кроме того, присутствие ионов кальция в артезианской воде превышала и физиологическую норму его потребления.

В ранее проведенных исследованиях [2, 23, 24] выявлена взаимосвязь между минеральным составом потребляемой питьевой воды и здоровьем населения. В частности, в работе Зайцевой Н.В. и соавт. (2019) показано, что повышенное содержание в питьевой воде химических соединений может оказывать неблагоприятные эффекты на органы мочеполовой, пищеварительной, костно-мышечной, иммунной и сердечно-сосудистой систем, а также на кожные покровы и подкожную клетчатку человека [2].

В результате проведенного нами исследования выявлена весьма высокая корреляционная связь ($r > 0,9$) среднесуточного объема потребления артезианской воды из систем централизованной водопроводной сети в аридных районах Саратовской области с числом взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением с болезнями органов мочеполовой системы ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$). В ряде научных работ показано, что избыточное содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} и Fe^{3+} в питьевой воде негативно влияет на выделительную функцию мочеполовой системы человека, что проявляется в морфологических и функциональных изменениях почек, в частности, клубочков нефронов, и сопровождается нарушением осморегуляции, приводящей к уменьшению диуреза, связанного с повышением поглощения жидкости почечными канальцами, и увеличению выделения осмотически активных веществ с мочой [25-31].

Полученная в результате проведенного исследования статистическая модель (формула 2) позволяет спрогнозировать возможное изменение числа жителей, которые могут попасть под диспансерное наблюдение с болезнями органов мочеполовой системы. Так, увеличение потребления артезианской воды из систем централизованной водопроводной сети, не прошедшей предварительную водоподготовку, на 1 литр относительно каждого жителя района, может вызвать увеличение числа населения, стоящего под диспансерным наблюдением на $6,3 \pm 0,01$ %.

Выводы:

¹⁴ СанПиН 2.1.4.1116-02. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.03.2002 N 12

1. Проведенное исследование позволило установить весьма высокую корреляционную связь ($r > 0,9$) среднесуточного объема потребления артезианской воды, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, и количеством жителей аридных районов Саратовской области, находящихся под диспансерным наблюдением по причине болезней органов мочеполовой системы ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$).

2. Результаты проведенного исследования указывают на необходимость совершенствования мер, направленных на повышение качества водообеспечения населения, в том числе и на разработку мероприятий по проведению предварительной водоподготовки, а также на контроль качества воды, подаваемой потребителю, для предотвращения развития последствий для здоровья населения, связанных с хроническим воздействием химических веществ, поступающих в организм с питьевой водой.