

Гигиена окружающей среды и населённых мест

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Трифонова Т.А.¹, Марцев А.А.², Селиванов О.Г.², Подолец А.А.²

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА В ВОДЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Москва;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 600000, Владимир

Введение. Недоброкачественная вода – второй после бедности фактор риска развития заболеваний. Поэтому одной из важнейших задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу. Фтор имеет важное значение для здоровья человека, а так как основной путь его поступления в организм – водный, то проведение гигиенической оценки качества питьевой воды по содержанию данного микроэлемента на региональном уровне является весьма актуальным, что и стало целью настоящей работы.

Материал и методы. В работе представлены данные собственных исследований за 2018 год. За данный период было исследовано около 150 проб воды централизованного водоснабжения Владимирской области, большинство которых было отобрано в наиболее крупных населённых пунктах. Содержание фторид-ионов в воде определяли методом капиллярного электрофореза (ПНД Ф 14.1:2:4.157-99).

Результаты. В результате исследования было установлено, что Владимирская область характеризуется существенной дифференциацией (от 0,05 до 2,75 мг/л) по содержанию фторид-ионов в воде централизованного снабжения. Была построена карта ранжирования районов области по содержанию фторид-ионов в воде централизованного снабжения. В восьми районах области содержание фтора в воде значительно ниже оптимальных значений; в пяти районах обнаружено превышение предельно допустимых концентраций; и только в трёх районах средние значения приближены к оптимальным.

Заключение. Обеспечение населения региона доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населённых мест. На первый план выходит индивидуальная профилактика заболеваний, в которой основная роль отводится санитарному просвещению и рекламе профилактических средств, получивших положительную оценку специалистов.

Ключевые слова: Владимирская область; питьевая вода; централизованное водоснабжение; фторид-ионы.

Для цитирования: Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г., Подолец А.А. Гигиеническая оценка содержания фтора в воде централизованного водоснабжения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 701-706. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-701-706>

Для корреспонденции: Марцев Антон Андреевич, кандидат биол. наук, эколог каф. биологии и экологии ФГБОУ ВО «ВлГУ им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 600000, Владимир. E-mail: MartsevAA@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Трифонова Т.А.; сбор и обработка материала – Марцев А.А., Подолец А.А.; статистическая обработка – Марцев А.А., Селиванов О.Г.; написание текста – Марцев А.А., Селиванов О.Г.; редактирование – Марцев А.А., Селиванов О.Г.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 30.08.2018

Принята к печати 27.05.19

Опубликована 08.2019

Trifonova T.A.¹, Martsev A.A.², Selivanov O.G.², Podelets A.A.²

FLUORINE CONTENT IN WATER OF CENTRALIZED WATER SUPPLY IN THE VLADIMIR REGION

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Russian Federation;

²A.G. Stoletov and N.G. Stoletov Vladimir State University, Vladimir, 600000, Russian Federation

Introduction. Inadequate water is the second risk factor for the development of diseases after poverty. Therefore, one of the most important tasks in the sphere of creating the sanitary and epidemiological welfare of the population of the Russian Federation is to provide it with benign drinking water, safe in epidemiological terms and harmless in chemical composition.

The purpose of this work. Conducting a hygienic assessment of the quality of drinking water for the content of this trace element at the regional level is very relevant as fluorine is important for human health, and the main way of its entry into the body is water.

Material and methods. The paper presents data of own research for 2018. During this period, there were studied about 150 water samples of centralized water supply in the Vladimir region, most of which were selected in the largest settlements. The content of fluoride ions in water was determined by the method of capillary electrophoresis (HDPE F 14.1: 2: 4.157-99). As a result of the study, the Vladimir region was found to be characterized by a significant dif-

ferentiation (from 0.05 mg/l to 2.75 mg/l) in the content of fluoride ions in the centralized supply water. A map was constructed for ranking the regions of the region for the content of fluoride ions in the centralized supply water.

Discussions. In eight districts of the region, the fluorine content in water is much lower than the optimal values; in five regions, an exceeding the maximum permissible concentrations was detected; and only in three regions the average values are close to optimal. The different content of fluorine in water in the districts of the region is due to the natural factor of the given geographic zone.

Conclusion. Providing the population of the region with benign drinking water requires a set of various measures with the development and implementation of programs to improve the water supply of populated areas. At the forefront is the individual prevention of tooth decay and fluorosis, in which an important role is played by health education, advertising of preventive drugs that have been praised by specialists.

Key words: Vladimir region; drinking water; centralized water supply; fluoride ions; fluorine.

For citation: Trifonova T.A., Martsev A.A., Selivanov O.G., Podolets A.A. Fluorine content in water of centralized water supply in the Vladimir region. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(7): 701-706. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-701-706>

For correspondence: Anton A. Martsev, MD, Ph.D., ecologist of the Department of biology and ecology of the A.G. Stoletov and N. G. Stoletov Vladimir State. University, Vladimir, 600000, Russian Federation. E-mail: MartsevAA@yandex.ru

Information about the author:

Trifonova T.A., <https://orcid.org/0000-0002-1628-9430>; Martsev A.A., <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>; Selivanov O.G., <https://orcid.org/0000-0003-3674-0660>; Podolets A.A., <https://orcid.org/0000-0002-0746-7856>

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

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Contribution: The concept and design of the study – Trifonova T.A.; Collection and processing of material – Martsev A.A., Podolets A.A.; Statistical processing – Martsev A.A., Selivanov O.G.; Writing the text – Martsev A.A., Selivanov O.G.; Editing – Martsev A.A., Selivanov O.G.; Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: 30 August 2018

Accepted: 27 May 2019

Published: August 2019

Введение

В России обеспечение благополучия и здоровья человека является главной задачей при осуществлении государственной политики в области охраны окружающей среды. При этом проблема влияния факторов окружающей среды на здоровье населения является актуальной проблемой современной науки. Большое количество авторов отмечают наличие болезней, этиология которых непосредственно или косвенно связана с вредным воздействием среды обитания, в том числе – с ограниченностью или с избытком поступления в организм различных химических элементов и их соединений [1–3]. В России (по данным литературы) в зависимости от региональных особенностей окружающей среды доля её влияния на здоровье человека колеблется в пределах 16–54% [4].

Недоброкачественная вода – второй после бедности фактор риска развития заболеваний [5]. Поэтому важнейшей задачей в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его качественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении (по микробиологическому составу) и безвредной по химическому составу [6–8]. При этом питьевая вода должна быть ещё и полезной, так как она в значительной мере определяет водно-солевой обмен организма (до 10% минеральных веществ происходит с питьевой водой). Особое значение отводится фторидам, поскольку эти вещества поступают только с водой (в продуктах питания они содержатся в мало усвояемой форме) [5]. Фтор относится к широко распространённому микроэлементу подземных вод в мире. При этом, по данным Н.В. Канатниковой и Г.Л. Захарченко, в большинстве артезианских скважин его концентрация постоянна.

В организме данный химический элемент обычно находится в виде трудно растворимых солей с железом, кальцием и магнием. При том, что его соединения входят в состав всех тканей человеческого организма, практически весь фтор приходится на костную ткань и зубную эмаль. [9]. Здесь фторид-ионы способны эффективно замещать гидроксид-ион в неминерализованных тканях

(превращение гидроксилатапата $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ в более твёрдый фторатапатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}$ в результате реакции замещения) с образованием защитного эмалевого слоя на зубах [10]. Для организма в равной мере неблагоприятны как недостаток, так и избыток поступления этого микроэлемента. Недостаток фтора в организме обычно связан с его низкой концентрацией в питьевой воде (менее 0,7 мг/л) и является одной из причин возникновения кариеса зубов. Однако отрицательное воздействие на здоровье оказывает не только недостаток фтора, но и его избыток. Увеличение концентрации фторид-ионов в питьевой воде более 1,5 мг/л ведёт к другому заболеванию зубов – флюорозу; более 5 мг/л – снижается обмен кальция и фосфора в костной ткани, нарушается белковый и углеводный обмен, усиливаются процессы торможения в центральной нервной системе, происходит обеднение калием тканей и т. д. [11]. Хроническая фторовая интоксикация (флюороз) была обнаружена не только у людей, но и у домашних животных [12–15]. Известно также, что фтор обладает способностью проникать через гематоэнцефалический барьер, производя биохимическое и функциональное действие на нервную систему в детском возрасте [16]. Было также обнаружено снижение IQ детей [17].

Фтор имеет важное значение для здоровья человека, а основной путь его поступления в организм – водный, поэтому проведение гигиенической оценки качества питьевой воды по содержанию данного микроэлемента на региональном уровне является весьма актуальным, что и стало целью настоящей работы.

Материал и методы

В работе представлены данные собственных исследований кафедры биологии и экологии ВлГУ за 2018 год. За данный период было исследовано около 150 проб воды централизованного водоснабжения Владимирской области, большинство из которых было отобрано в наиболее крупных населённых пунктах (в основном это областной и районные центры). Содержание фторид-ионов в воде определяли методом капиллярного электрофореза (ПНД Ф 14.1:2.4.157-99). Карта была построена с помощью

Таблица 1

Данные территориальных схем централизованного водоснабжения районных городов Владимирской области, входящих во фтороносную провинцию, согласно сведениям Департамента по недропользованию по Центральному федеральному округу

Территория	Источник водозабора	Тип водозабора	Источник водоснабжения	Количество артезианских скважин, шт.	Глубина скважин, м	Несоответствие воды требованиям и правилам СНиП 2.1.4.1074-01
Собинский район (г. Собинка)	Подземный	Артезианский	Гжельско-ассельский горизонт	12	60–100	По содержанию общей жёсткости
г. Радужный	Подземный	Артезианский	Гжельско-ассельский горизонт	11	125–130	По фтору и общей жёсткости
Петушинский район (г. Петушки)	Подземный	Артезианский	Ассельско-клязьминский водоносный горизонт	18	60–125	По содержанию фтора
Александровский район (г. Александров)	Подземный	Артезианский	Ассельско-клязьминский горизонт	29	220–250	По общей жёсткости
Киржачский район (г. Киржач)	Подземный	Артезианский	Ассельско-клязьминский горизонт	25	95–150	По содержанию железа
Кольчугинский район (г. Кольчугино)	Подземный (75%) Поверхностный (25%)	Артезианский р. Пекша	Ассельско-клязьминский горизонт	14	98–253	По содержанию общего железа, мутности, общей жёсткости
Судогодский район (г. Судогда)	Подземный	Артезианский	Гжельско-ассельский горизонт	8	60–107	–

программы геоинформационной системы ArcView 3.1, редактировалась в стандартной компьютерной программе Paint. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты

Согласно данным администрации Владимирской области [18], во Владимирской области используются два типа источников водопользования: подземные и поверхностные воды. Основное значение для крупного хозяйственно-питьевого водоснабжения имеют подземные воды водоносного верхнекаменноугольного карбонатного комплекса (в основном ассельско-клязьминского, гжельско-ассельского и в меньшей степени касимовского водоносных горизонтов). На них основано водоснабжение самых крупных городов области. Это города: областной центр – город Владимир (частично), Александров, Гусь-Хрустальный, Ковров, Кольчугино, Киржач, Меленки, Муром, Петушки, Собинка, Судогда. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Владимир и Вязники также привлекаются поверхностные водоисточники.

В качестве водоисточников централизованного снабжения используются в основном подземные водоносные горизонты, поэтому, по данным администрации Владимирской области, вода большинства из них содержит ряд химических элементов, концентрации которых близки или превышают допустимые для питьевой воды значения (жёсткость, железо, марганец, минерализация) [18]. Данное обстоятельство обусловлено спецификой геохимического состава водовмещающих пород, особенностями режима подземных вод, а также постепенным подтягиванием минерализованных вод глубоких горизонтов.

На карте природных геохимических аномалий, разработанной Департаментом по недропользованию по Центральному федеральному округу [19], помимо Тверской, Московской и Рязанской областей, во фтороносную провинцию в среднекаменноугольных отложениях входит и Владимирская область, в частности районы: Александровский, Киржачский, Кольчугинский, Петушинский, Собинский, Судогодский и Суздальский. Это означает, что подземные воды, используемые в этих районах для хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержат или

могут содержать в своём составе фторид-ионы. Наличие или отсутствие фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения в данных районах зависит ещё от одного важного обстоятельства – наличия водоподготовки и системы очистки от вредных компонентов в этих районах. В табл. 1 представлены данные территориальных схем водоснабжения городов Владимирской области, входящих в зону природных геохимических аномалий, разработанных и утверждённых на период до 2024–2028 гг. главами муниципальных образований в 2013–2014 гг. [20–26]. Необходимо отметить, что во всех представленных выше городах системы очистки воды от фторид-ионов, согласно разработанным схемам водоснабжения данных городов, отсутствуют. Согласно разработанной схеме водоснабжения, планируется строительство станции обезфторивания только в ЗАТО г. Радужный, со сроками строительства к 2030 г. Стоит отметить, что информация по потенциальному содержанию фторид-ионов в остальных районах области полностью отсутствует. Исходя из того, что на здоровье оказывают влияние не только высокие концентрации данного элемента, но и низкие (а данная информация в регионе отсутствует), нами было проведено исследование качества питьевой воды на предмет наличия в ней фтора. Результаты содержания максимальных (C_{\max}) и минимальных (C_{\min}) концентраций фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения районов Владимирской области представлены в табл. 2.

Руководство по качеству питьевой воды Всемирной организации здравоохранения рекомендует 1,5 мг/л [27]. Для средней полосы нашей страны оптимальной концентрацией фтора принято считать 1 мг/л, в северных районах – 1,2–1,5 мг/л, а в южных районах – 0,5–0,7 мг/л [28]. На основании данного руководства и полученных нами данных была создана карта, отражающая среднее содержание фторид-ионов в воде централизованного снабжения во Владимирской области (см. рисунок).

Обсуждение

Проведённые исследования показали, что содержание фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения области характеризуется существенной дифференциацией. Химический состав подземных вод формируется под

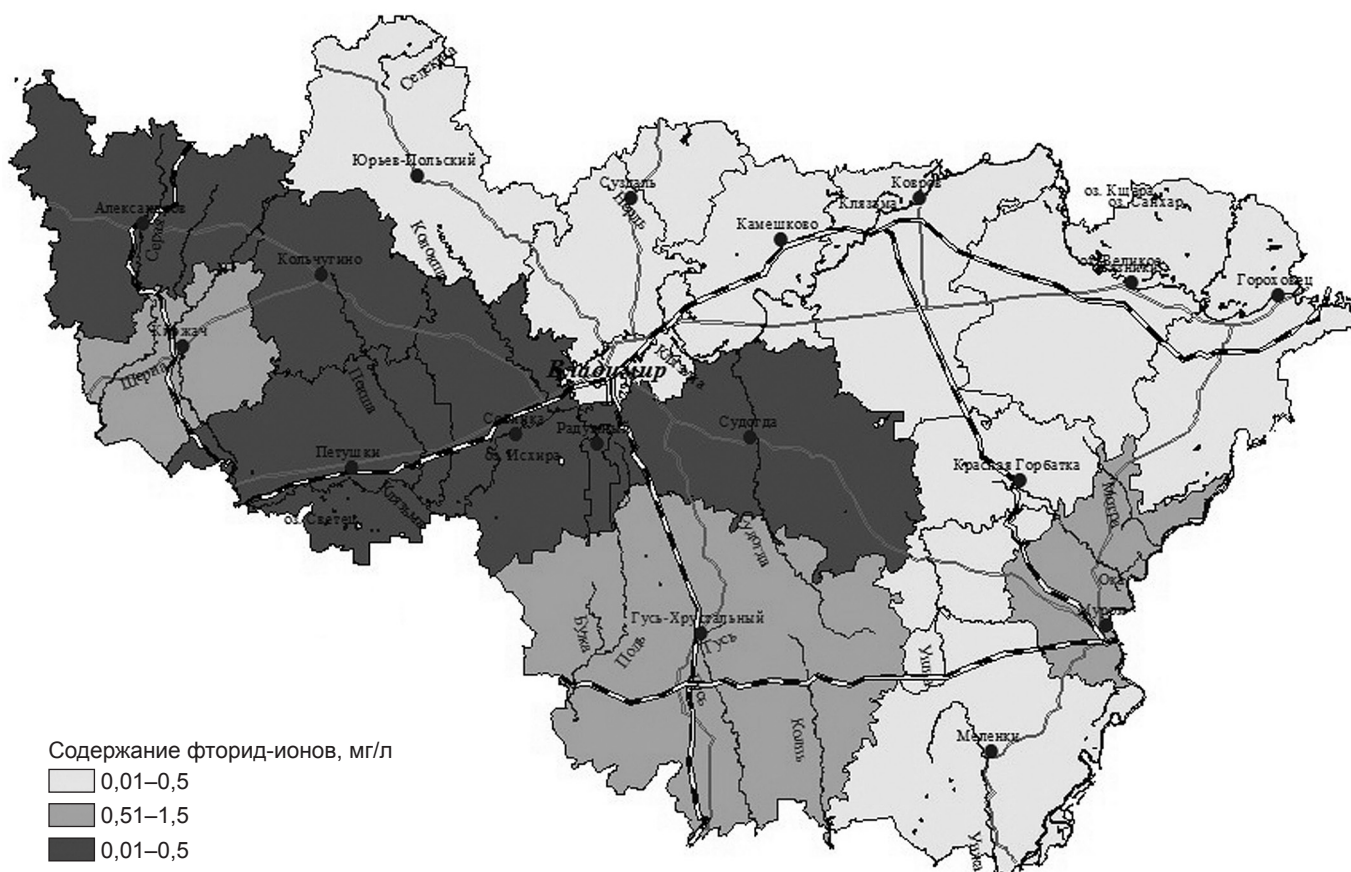
Таблица 2

Содержание максимальных (C_{max}) и минимальных (C_{min}) концентраций фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения районов Владимирской области

Административный район	C_{max} , мг/л	C_{min} , мг/л	Среднее значение концентрации, мг/л
Александровский	1,95	1,41	1,67 ± 0,28
Вязниковский	0,21	0,14	0,17 ± 0,04
Гороховецкий	0,27	0,12	0,17 ± 0,07
Гусь-Хрустальный	1,41	0,17	0,78 ± 0,49
Камешковский	0,85	0,15	0,38 ± 0,27
Киржачский	1,14	0,05	0,67 ± 0,52
Ковровский	0,32	0,17	0,23 ± 0,06
Кольчугинский	2,21	1,02	1,52 ± 0,5
Меленковский	0,55	0,34	0,47 ± 0,11
Муромский	1,33	0,96	1,15 ± 0,26
Петушинский	2,75	0,66	1,51 ± 0,82
Селивановский	0,38	0,31	0,34 ± 0,06
Собинский	2,15	1,21	1,77 ± 0,49
Судогодский	2,28	1,65	1,79 ± 0,2
Суздальский	0,98	0,11	0,29 ± 0,22
Юрьев-Польский	0,36	0,15	0,28 ± 0,11
г. Радужный	2,36	1,59	1,91 ± 0,4
г. Владимир	0,77	0,16	0,47 ± 0,35

влиянием большого количества различных природных факторов и имеет свои региональные особенности в различных географических зонах; обычно характеризуется избыточным или недостаточным содержанием тех или иных макро- или микроэлементов и поэтому редко сбалансирован в благоприятном для организма человека соотношении [29]. Дефицит фтора в организме – одна из причин возникновения кариеса зубов, заболеваемость которым снижается с повышением концентрации фторид-иона в воде до 1 мг/л. Установлено, что в восьми районах области содержание фтора в воде значительно ниже оптимальных значений, это Юрьев-Польский, Суздальский район, Камешковский, Вязниковский, Гороховецкий, Селивановский, Меленковский, Ковровский районы и г. Владимир. Поскольку в воде большого количества источников водоснабжения содержится мало фтора (меньше 0,5 мг/л), то одним из способов повышения его содержания является фторирование питьевой воды. Для этого применяются фтораторные установки для коммунального централизованного водоснабжения. В качестве индивидуальной профилактики рекомендуется использовать фторобогащенную воду заводского производства, фторсодержащие зубные пасты. Поскольку фтор жизненно необходим для нормального роста и развития, участвует в процессах формирования и развития дентина и зубной эмали, играет важную роль в костеобразовании, участвует в нормализации фосфорно-кальциевого обмена и т. д., особенно в детском возрасте, в школах и дошкольных учреждениях необходимо устанавливать баки с питьевой водой, в которую добавлены фторсодержащие компоненты.

В пяти районах обнаружено превышение предельно допустимых концентраций по фторид-иону, это Алек-



Ранжирование территории Владимирской области по содержанию фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения.

сандровский, Кольчугинский, Петушинский, Собинский, Судогодский районы и г. Радужный. Однако в схемах развития водоснабжения данных территорий только в Петушинском районе (г. Петушки) и в г. Радужном есть подтверждение существования данной проблемы (см. табл. 1). Избыточное содержание фтора в воде этих районов обусловлено природным фактором данной географической зоны, её геохимической аномалией, что хорошо согласуется с данными Департамента недропользования по Центральному федеральному округу. Вода, содержащая больше 1,5 мг/л фторид-иона, неблагоприятно воздействует на организм, вызывая флюороз, – заболевание, которое относится к геохимическим эндемиям. Профилактику флюороза необходимо проводить везде, где обнаружено повышенное содержание фтора в питьевых источниках водоснабжения, но в первую очередь там, где содержание фторид-ионов больше предельно допустимых концентраций. Во избежание негативных последствий здесь рекомендуется производить удаление избыточного фторида из питьевой воды, которое может быть осуществлено методами, основанными на принципах адсорбции, ионного обмена, коагуляции-осаждения, мембранного разделения, электролитического дефторирования, электродиализа [30–35] и т. д. Уменьшить количество фтора в питьевой воде можно также путём замены водосточника либо за счёт смешения источников, например воды из артезианских скважин с водой из поверхностных водосточников с низким содержанием фтора. Полностью обеспечить население эндемических районов очищенной от фтора питьевой водой невозможно, но для детских учреждений это делать можно и нужно. Необходимо в школах, дошкольных, а также в лечебных учреждениях устанавливать дополнительные системы доочистки от фтора. В отсутствие коллективных мер профилактики на первое место выходят меры индивидуальные. К ним можно отнести очистку воды при помощи бытовых фильтров, содержащих такие сорбенты, как гидроокись алюминия и магния, а также мембранные фильтры. В профилактике флюороза имеет важное значение вывоз детей в летнее время из эндемических районов.

Лишь в трёх районах региона средние значения по содержанию фторид-ионов приближены к оптимальным, это Киржачский, Гусь-Хрустальный и Муромский районы. Интересно отметить, что Киржачский и Суздальский районы, хоть и попадают в поле фтороносной провинции, по нашим исследованиям, не имеют превышений по содержанию фторид-ионов. Что касается Суздальского района (а речь здесь идёт в первую очередь про областной центр – г. Владимир), здесь, вероятно, имеет место смешение подземных вод с поверхностными на станциях водоподготовки, в результате чего концентрация фторид-ионов значительно снижается.

Заключение

Проведённое исследование позволило выявить существенную дифференциацию по содержанию фторид-ионов в воде централизованного снабжения Владимирской области. Обеспечение населения региона доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населённых мест. К сожалению, дефторирование и искусственное обогащение воды фтором в области не проводится. В такой ситуации на первый план выходит индивидуальная профилактика заболеваний, в которой основная роль отводится санитарному просвещению и рекламе профилактических средств, получивших положительную оценку специалистов.

Л и т е р а т у р а

(пп. 12–17, 30–33 см. References)

1. Гичев Ю.П. *Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналитический обзор*. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2003. 138 с.
2. Ревич Б.А. *Загрязнение окружающей среды и здоровья населения. Введение в экологическую эпидемиологию: учебное пособие*. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 262 с.
3. Ревич Б.А. Экологические приоритеты и здоровье: социально уязвимые территории и группы населения. *Экология человека*. 2010; (7): 3-9.
4. Кику П.Ф. Эколого-социальные факторы и здоровье человека. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2014; 55(1): 8-15.
5. Мотовилова Н.Ю., Волкотруб Л.П. Гигиеническая оценка питьевой воды города Томска. *Сибирский медицинский журнал*. 2012; 27(3):151-7.
6. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края. *Анализ риска здоровью*. 2016; (3): 35-43.
7. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(3): 5-9.
8. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 5-10.
9. Канатникова Н.В., Захарченко Г.Л. Физиологическая роль фтора и его содержание в питьевой воде Орловской области. *Здоровье населения и среда обитания*. 2010; 206(5): 40-3.
10. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. *Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для мед. спец. вузов*. Под ред. Ю.А. Ершова. М.: Высш. шк., 1993. 560 с.
11. *Здоровье населения и окружающая среда: методическое пособие*. Под общ. ред. Беляева Е.Н.: Вып. 3. Т. 1. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. Ч. 2: Общие методические подходы к оценке состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды. 544 с.
12. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2016 году: ежегодный доклад. Вып. 24. Администрация Владим. обл., Департамент природопользования и охраны окружающей среды. Владимир: Транзит-ИКС, 2017. 118 с.
13. Химический состав подземных вод. Департамент по недропользованию по Центральному федеральному округу. URL: <http://centmedra.ru/?Step=additional&id=2>
14. Схема водоснабжения г. Петушки Петушинского района Владимирской области до 2028 года. https://www.petushki33.ru/index.php?id=278&option=com_content&task=view
15. Схема водоснабжения и водоотведения на территории ЗАТО г. Радужный Владимирской области. <http://www.raduzhnyi-city.ru/about/dependents/gkmh/voprosy-organizatsii-teplosnabzheniya-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya.php>
16. Схема водоснабжения муниципального образования г. Собинка https://www.sobinka-city.ru/about/adm_gor/norm/shemi/?type=special
17. Схема водоснабжения и водоотведения муниципального образования город Александров на 2014–2024 г. <http://www.gorodaleksandrov.ru>
18. Схемы водоснабжения и водоотведения муниципального образования городское поселение г. Киржач. <http://www.gorodkirzhach.ru>
19. <http://www.gorod.kolchadm.ru>
20. Схема водоснабжения и водоотведения муниципального образования г. Судогда на 2013–2015 годы и на перспективу до 2027 года. <http://www.sudogdagorod.ru/2009-09-03-16-08-05/2013-12-27-10-19-55/84-tetet/2506-2013-201-2027>
21. Руководство по контролю качества питьевой воды. 2-е изд. Женева, 1994; 1. 404 с.
22. Малькова И.Л., Пьянкова Л.Г. Анализ связи уровня заболеваемости кариесом детского населения и содержания фтора в питьевой воде города Чайковского. *Вестник Удмуртского Университета*. 2008; (2): 39-48.
23. Плотников Н.И. *Подземные воды – наше богатство*. М.: Недра, 1990. 205 с.

References

1. Gichev Yu.P. *Environmental pollution and environmental conditioning of human pathology: an analytical review*. Novosibirsk: GPNTB SO RAN, 2003. 138 p. (in Russian)
2. Revich B.A. *Pollution of the environment and public health. Introduction to ecological epidemiology: study guide*. Moscow: Izdatelstvo MNEPU, 2001. 262 p. (in Russian)
3. Revich B.A. Ecological priorities and health: socially vulnerable ter-

- ritories and population groups. *Ekologiya cheloveka*. 2010; (7): 3-9. (in Russian)
4. Kiku P.F. Ecological and social factors and human health. *Zdorove. Medicinskaya ekologiya. Nauka*. 2014; 55(1): 8-15. (in Russian)
 5. Motovilova N.Yu., Volkotrub L.P. Hygienic assessment of drinking water in the city of Tomsk. *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2012; 27(3):151-7. (in Russian)
 6. Goryaev D.V., Tihonova I.V., Torotenkova N.N. Hygienic assessment of drinking water quality and health risks for the population of the Krasnoyarsk Territory. *Analiz riska zdorovyu*. 2016; (3): 35-43. (in Russian)
 7. Onishenko G.G. Actual problems of hygienic science and practice in the preservation of public health. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2015; 94 (3): 5-9. (in Russian)
 8. Rahmanin Yu.A., Mihajlova R.I. Environment and health: priorities of preventive medicine. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2014; 93(5): 5-10. (in Russian)
 9. Kanatnikova N.V., Zaharchenko G.L. The physiological role of fluorine and its content in the drinking water of the Orel region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2010; 206 (5): 40-3. (in Russian)
 10. Ershov Yu.A., Popkov V.A., Berlyand A.S. *General chemistry. Biophysical chemistry. Chemistry of biogenic elements*. Textbook for medical special universities. Ed. Ershov Yu.A. Moscow: Vyssh. shk., 1993. 560 p. (in Russian)
 11. *Health of the population and the environment: teaching aid*. Ed. Belyaev E.N.: 3(1). Moscow: Federalnyj centr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 1999. Part 2: Obshie metodicheskie podhody k ocenke sostoyaniya zdorovya naseleniya v svyazi s vozdeystviem faktorov okruzhayushey sredy. 544 p. (in Russian)
 12. Cenesiz S., Ozcan A., Kaya N., Baysu N., Karabulut A.B. Chronic effects of fluoride in Tuj sheep on serum levels of total protein, albumin, uric acid, and nitric oxide and activities of lactate dehydrogenase and leucine aminopeptidase. *Fluoride*. 2005; 38: 52-6.
 13. Cinar A., Selcuk M. Effects of chronic fluorosis on thyroxine, triiodothyronine, and protein-bound iodine in cows. *Fluoride*. 2005; 38: 65-8.
 14. Krook L.P., Iustus C. Fluoride poisoning of horses from artificially fluoridated drinking water. *Fluoride*. 2006; 39: 3-10.
 15. Wang I., Hong I., Li I., Guo Y. Effect of high fluoride and low protein on tooth matrix development in goats. *Fluoride*. 2002; 35: 51-5.
 16. Xiang, Liang, Chen, Wang, Chen, Zhou. Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence. *Fluoride*. 2003; 36: 92.
 17. Trivedi M.H., Verma R.I., Chinoy N.I., Patel R.S., Sathawara N.G. Effect of high fluoride water on intelligence of school children in India. *Fluoride*. 2007; 40: 181
 18. On the state of the environment and health of the population of the Vladimir region in 2016: annual report. Release 24. Administraciya Vladim. obl., Departament prirodopolzovaniya i ohrany okruzh. sredy. Vladimir: Tranzit-IKS, 2017. 118 p. (in Russian)
 19. Chemical composition of groundwater. The Department for sub-soil usage for the Central Federal district. URL: <http://centrnedra.ru/?Step=additional&id=2>
 20. https://www.petushki33.ru/index.php?id=278&option=com_content&task=view
 21. <http://www.raduzhnyi-city.ru/about/dependents/gkmh/voprosy-organizatsii-teplosnabzheniya-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya.php>
 22. https://www.sobinka-city.ru/about/adm_gor/norm/shemi/?type=special
 23. <http://www.gorodaleksandrov.ru>
 24. <http://www.gorodkirzhach.ru>
 25. <http://www.gorod.kolchadm.ru>
 26. <http://www.sudogdagorod.ru/2009-09-03-16-08-05/2013-12-27-10-19-55/84-tetet/2506-2013-201-2027>
 27. *Guidelines for drinking water quality control*. 2 ed. Zheneva, 1994; 1: 404. (in Russian)
 28. Malkova I.L., Pyankova L.G. Analysis of the relationship between the incidence of caries in children and the content of fluoride in the drinking water of the city of Tchaikovsky. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta*. 2008; (2): 39-48. (in Russian)
 29. Plotnikov N.I. *Underground waters are our wealth*. Moscow: Nedra, 1990. 205 p. (in Russian)
 30. Amer Z, Bariou B, Mameri N, Taky M, Nicolas S, Elmidaoui A. Fluoride removal from brackish water by electrodialysis. *Desalination*. 2001; 133: 215-23.
 31. Mameri N, Lounici H, Belhocine D, Grib H, Piron DL, Yahiat Y. Defluoridation of Sahara water by small electrocoagulation using bipolar aluminium electrodes. *Sep Purif Technol*. 2001; 24: 113-19.
 32. Raichur AM, Basu MI. Adsorption of fluoride onto mixed rare earth oxides. *Sep Purif Technol*. 2001; 24: 121-27.
 33. Singh G, Kumar B, Sen PK, I. Majumdar I. Removal of fluoride from spent pot liner leachate using ion exchange. *Water Environ Res*. 1999; 71: 36-42.