

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ НА ОТДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Жмакин И.А., Аль-Гальбан Л.Н., Маркина А.Д., Панасенко А.С.

ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет
Минздрава России

Аннотация. Представлен анализ данных научных исследований о влиянии содержания фтора в питьевой воде на состояние здоровья человека. Дана оценка распространенности природного его содержания в воде. Изучена физиологическая роль фтора, его влияние на здоровье человека. Обращено внимание на степень и характер эндемических заболеваний населения, связанных с фтором. Дана характеристика флюороза и профессионального отравления фтором, указаны методы его профилактики.

Ключевые слова: фтор, флюороз, питьевая вода, здоровье человека.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF FLUORINE COMPOUNDS IN DRINKING WATER ON SELECTED HUMAN HEALTH INDICATORS

Zhmakin I.A., Al-Galban L.N., Markina A.D., Panasenکو A.S.

Tver State Medical University

Summary. The analysis of data of scientific researchers about the influence of fluoride level in drinking water on human health is presented. The estimation of its natural content in water and soil is given. The physiological role of fluoride, its effect on human health has been studied. Attention is paid to the degree and character of endemic diseases of the population associated with fluoride. The characteristic of fluorosis and occupational fluoride poisoning is given; methods of its prevention are indicated.

Key words: fluoride, fluorosis, drinkable water, human health.

Фтор принадлежит к элементам, которые имеют всестороннее воздействие на живые организмы и для нормальной жизнедеятельности он необходим в строго лимитированных количествах [38]. Фтор и его соединения являются сильными окислителями, поэтому он и не существует в природе в свободном состоянии, а образует соединения со всеми элементами кроме азота и благородных газов [1, 12, 19]. Он содержится в биосфере, литосфере, гидросфере, атмосфере и во всех живых организмах [12].

Содержание же его в человеческом организме: 2,6г; кровь – 0,5мг/л; костная ткань – 0,2-1,2%; мышечная ткань – 0,05·10⁻⁴%. Суточная потребность: до 3мг (1/3 с пищей, 2/3 с водой). При недостатке фтора развивается кариес зубов, неровномерность роста костей; снижение иммунитета. Избыток приводит к флюорозу, остеопорозу, кальцификации тканей, потери чувствительности, нарушению процессов окисления и общему истощению организма, а также к снижению уровня гемоглобина крови, угнетению образования коллагена, костной резорбции и кальцификации сосудов [16].

По последним данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире насчитывается более 300 очагов эндемического флюороза. Установлено процентное соотношение степени распространения флюороза по странам и континентам – в странах Африки 46-84%, в Северной Америке – 22-78%, в Южной Америке – 53-89%, в Австралии – 17-32%, в Европе – 15-100% [14]. Все эти зоны входят в известные пояса фтора на земле: один, который простирается от Сирии через Иорданию, Египет, Ливию, Алжир, Судан и Кению, и другой, который простирается от Турции через Ирак, Иран, Афганистан, Индию, северный Таиланд и Китай (где более 10 миллионов человек страдает флюорозом скелета). Аналогичные пояса существуют в странах Америки и Японии [35, 36].

В Российской Федерации в 21 регионе имеется повышенное содержание фтора. Определенный состав, строение, степень увлажнения пород вызывают повышение концентрации фтора в московской синеклизе (Московская, Тверская и Рязанская области) и уральской котловине (Свердловская и Челябинская области) [14, 25]. Это является причиной проявления природного фактора – повышенное содержание в питьевой воде фторидов на фоне низкого содержания йода [3, 23, 24]. Болезни и осложнения, индуцированные избытком фтора в воде и пище, стали называть системным флюорозом. В настоящее время ведется интенсивный поиск доз фтора, которые оказывали бы профилактический эффект по отношению к кариесу и не стимулировали системный флюороз [25].

Цель настоящего исследования – проведение обзорно-аналитического исследования по определению роли фтора и его соединений в питьевой воде на физиологические процессы в организме человека, их влиянии на здоровье человека и проявления эндемических заболеваний населения.

В работе были применены методы исследования: аналитический обзор современной научной медицинской литературы по теме работы, теоретический и сравнительно-сопоставительный анализ, интерпретация и обобщение научных данных.

На основе комплексного анализа материалов, следует сказать, что основным источником поступления природного фторида в организм, является питьевая вода [17]. Наименьшие концентрации фтора обнаруживаются в метеорных и поверхностных водах. Наибольшие концентрации фтора выявляются в подземных водах. Особенно его много в термальных водах, которые связаны с вулканической деятельностью [12]. В природных водах фтор присутствует в виде F⁻, HF и HF [20].

По содержанию фтора питьевые воды классифицируются следующим образом:

1) Очень низкая концентрации – до 0,3 мг/л. Пятнистость эмали зубов первой степени может наблюдаться у 1-3% населения.

2) Низкая концентрация фтора – от 0,3 до 0,7 мг/л – флюороз первой степени, у 3-5% населения.

3) Оптимальная концентрация фтора – от 0,7 до 1,1мг/л – заболеваемость кариесом близка к минимальной.

4) Повышенная, но еще допустимая концентрация фтора – от 1,1 до 1,5мг/л, флюороз у 2% людей.

5) Выше предельно допустимой концентрации – от 1,5 до 2мг/л, флюороз у 30% населения.

6) Высокая концентрация фтора – от 2 до 6мг/л, до 80% населения страдает флюорозом в эндемическом районе.

7) Очень высокая концентрация фтора – от 6 до 15мг/л, до 80-100% населения поражено флюорозом с преобладанием тяжелых форм [21].

Следует отметить, что для оценки содержания фторидов в воде существует ГОСТ, который регламентирует методы и степень концентрации соединений фтора [6]. СанПин установил для климатических районов I и II группы содержание фторидов не более 1,5 и 1,2мг/л [26]. Однако большинство источников питьевой воды имеют отклонения по этому показателю [2, 4].

Не следует забывать, что возможно поступление фтора с пищей [17, 31]. Суточное поступление фторидов с пищей составляет в среднем до 2-3 мг, 90-97% которого всасывается в желудочно-кишечном тракте. Выведение фтора из организма происходит через кожные покровы, пищеварительный тракт и мочевыделительную систему. Период полувыведения фтора из организма составляет от 2 до 9 часов. Уровень фтора в плазме крови регулируют в основном две системы – мочевыделительная и костная. Реабсорбция фтора в почечных канальцах ограничена, и он быстро выделяется с мочой, однако, основным механизмом удаления фтора из кровотока является фиксация скелетом. Фтор активно участвует в фосфорно-кальциевом обмене.

В организме человека фториды находятся как в связанном состоянии, обычно в виде труднорастворимых солей кальция, магния, железа, так и в свободном виде. При пероральном поступлении хорошо растворимые соединения фтора всасываются из желудочно-кишечного тракта в кровь на 93-97% в результате пассивной диффузии, усваивается организмом около 80% фторидов. Всасываемость фторидов зависит не только от растворимости их солей, но и от содержания кальция и магния в организме. Магний тормозит усвоение фторидов. В крови фториды связываются в незначительной степени с альбуминами [31].

Фтор – это не однозначный элемент, он, несомненно, необходим человеческому организму и оказывает ряд положительных влияний: 99% всего количества фтора приходится на костную ткань и зубную эмаль. Фтор участвует в процессах формирования и развития дентина и зубной эмали. Играет важную роль в костеобразовании, участвует в нормализации фосфорно-кальциевого обмена, активирует аденилатциклазу, ингибирует липазы, эстеразу, лактатдегидрогеназы [12]. Фтор оказывает влияние на процесс кроветворения, в том числе на образование лейкоцитов, оказывает влияние на активность ферментов, фториды повышают активность щелочной фосфатазы. Важен он в процессах выведения из организма радионуклидов и солей тяжелых

металлов [32]. Выявлено, что при содержании в источнике питьевого водоснабжения фтора, хрома, кобальта, бора, ванадия, йода, молибдена, брома в концентрациях, находящихся на уровне действующих ПДК в питьевой воде, обеспечивается минимально необходимая их потребность для человека [22].

Однако в организме человека начинают отмечаться определенные отклонения от физиологических норм в деятельности различных систем и органов при изменении оптимальной дозы фтора. Ионы фтора, как было доказано в экспериментах, в качестве химически активного вещества способны через пульпу зуба усиливать активную функциональную устойчивость эмали, то есть активизировать функциональные защитные механизмы зуба [17]. Поэтому дефицит фтора в воде и пище индуцирует развитие кариеса зубов. Кариес обнаруживается у 100% населения и приносит многочисленные проблемы каждому человеку (запах, пломбы, коронки, удаление зубов, протезирование, огромные финансовые затраты). Фторирование воды, поваренной соли и зубной пасты снизило заболеваемость кариесом, однако возникла проблема переизбытка фтора [29]. Оптимальной ежедневный прием фторидов должен колебаться между 0,05 и 0,07 мг/кг массы тела. Общий прием фторидов не должен превышать 0,1 мг/кг массы в день, чтобы избежать появления флюороза зубов и костей. Даны рекомендации по использованию фторидсодержащих средств ухода за полостью рта. Отмечено, что проблема сохранения соматического и стоматологического здоровья у населения России, в том числе профилактики кариеса зуба, должна решаться в контексте климато-географических, экологических, медицинских и социальных аспектов, в решении которой фторидам должно отводиться не последнее место [11].

Избыток фтора вызывает «крапчатость» эмали зубов или флюороз, остеопороз. Ряд ученых утверждает, что фтор является ферментативным ядом, снижает активность фермента фосфатазы и связывает соли кальция, и имеет токсическое воздействие на энамелобласты. В итоге происходит нарушение минерализации эмали зубов, а также тормоз синтеза биосахаридов – они поступают в огромном количестве в бактериальную клетку и усиливают ее жизнедеятельность, способствуя развитию кариеса зубов. Фтор вызывает кальцификацию тканей, потерю чувствительности, нарушение процессов окисления и общее истощение организма, снижение уровня гемоглобина крови, угнетение образования коллагена, костную резорбцию и кальцификацию сосудов (накапливается в большей степени в растущих организмах). Переизбыток фтора в организме может привести к остеосаркоме. Фтор является сильным нейротоксином, его постоянный переизбыток в организме человека ведет к накоплению алюминия в головном мозгу, и, как следствие, может привести к болезни Альцгеймера, другим психическим и нервным расстройствам [16, 32]. От фторидного отравления умирают ежегодно 30-50 тысяч человек [27]. В Воронежской области в ходе оценки риска здоровью населения, обусловленного качеством питьевой воды, с достаточной степенью обоснованности к приоритетным региональным показателям,

обуславливающим неприемлемый уровень неканцерогенного риска ($HQ > 1$), отнесено повышенное содержание нитратов, фтора, бора, железа [15].

Также следует отметить, что в последние десятилетия обсуждается значение поступления в организм антропогенного фторида, попадающего в атмосферный воздух в результате его загрязнения промышленными отходами химических производств [17, 31]. Данные гигиенических исследований воздуха и почвы на протяжении 20-летних наблюдений подтвердили зависимость общей заболеваемости и группы заболеваний костно-мышечной системы у детей городов с техногенным загрязнением [30]. Описаны случаи массовых отравлений ионами фтора при ингаляционном и контактном термическом воздействии, характерные симптомы, результаты секционных и лабораторных и инструментальных исследований [13]. В частности, во многих районах Китая широкое распространение получил флюороз, обусловленный воздействием фтора, загрязняющего жилую среду и пищевые продукты в результате сжигания каменного угля в бытовых условиях в открытых жаровнях и печах. В настоящее время угольный флюороз является одной из наиболее серьезных геогигиенических проблем в КНР [34]. Вне зависимости от путей поступления и/или условий воздействия, избыточный фтора, попадая в организм человека, оказывает токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем, включая кардиореспираторную, нейроэндокринную, костно-мышечную системы. Изучение влияния фтора и его соединений на здоровье населения является важной задачей, позволяющей наметить пути профилактики и коррекции его негативного воздействия [8].

По характеристикам среды, из которой поступают фториды, флюороз подразделяется на эндемичный и профессиональный. Форма эндемичного флюороза зависит от концентраций фторидов в питьевой воде региона. В целом преобладает зубная форма заболевания, а скелетная форма встречается значительно реже и наиболее специфична для некоторых регионов Китая, Индии [37].

Еще одной острой проблемой является острое и хроническое профессиональное отравление фтором. Острое отравление возникает при проникновении в организм больших доз фтора одновременно. В легких случаях возникают токсические ларингиты и трахеобронхиты. Для поражения средней тяжести характерно наличие токсических пневмоний, тяжелых бронхитов, острой эмфиземы легких, иногда гепатитов. Тяжелые формы интоксикации проявляются токсическим отеком легких, коллапсом, судорожными и коматозными состояниями. Однако оно встречается значительно реже, чем хроническое [18].

Довольно распространен профессиональный флюороз. Например, доказано значимое влияние на сроки развития профессиональной хронической фтористой интоксикации как производственных факторов (стаж, уровень гидрофторида, величина фтористой нагрузки, магнитного поля), так и характеристик соматического здоровья, таких как возраст, показатели углеводного, жирового, пуринового обмена, состояние сердечно-сосудистой,

выделительной систем, функции почек и желудочно-кишечного тракта [5]. Установлено повышение частоты ишемической болезни сердца и сочетания атеросклероза экстракраниальных и периферических артерий у работающих, подвергающихся длительному воздействию соединений фтора [28]. При хроническом комбинированном воздействии соединений марганца и фтора на рабочем месте формируются специфические симптомы интоксикации и сопутствующей кардиоваскулярной патологии на фоне автономной кардионейропатии, являвшейся следствием вегетативной дисфункции [7]. Причем при длительном действии высоких концентраций фтора компенсаторный ответ имеет волнообразный характер [9]. Например, на ранних стадиях затравки фтором (1-3 недели) в печени увеличивался синтез защитных белков HIF-1 α , HOx-1, HOx-2 и HSP 72, ограничивающий свободнорадикальное окисление в гепатоцитах. Таким образом, компенсаторные взаимоотношения фтора и Ca²⁺ обеспечивают гидроионный гомеостаз, сохраняющийся на относительно стабильном уровне до 6-й недели. На поздних сроках хронической фтористой интоксикации (6-12 недель) повреждающий эффект фтора обусловлен его генотоксичностью – способностью угнетать синтез внутриклеточных защитных белков и ферментов основных метаболических циклов в печени [10, 33].

Следует помнить, что для предотвращения флюороза необходимо проводить профилактические мероприятия. В эпидемическом очаге по флюорозу они делятся на коллективные меры, направленные на уменьшения содержание фтора в питьевой воде, и на меры индивидуальные, которые наиболее важны, поскольку коллективные меры осуществить порой невозможно, либо из-за больших затрат, либо из-за отсутствия другого источника питьевой воды в регионе. Что касается профессионального флюороза, то выявлено позитивное влияние магнитолазерной терапии в комплексе с йодобромными хлоридными натриевыми ваннами на его клинические проявления, ассоциированные с остеоартрозом, а также отчетливое хондропротекторное влияние с оптимизацией обмена костной ткани, проявляющееся в регрессе ее патологической ремодуляции, о чем свидетельствуют позитивные сдвиги костно-хрящевых маркеров [26].

Таким образом, на основании комплексного анализа статистических материалов по данной проблеме, установлено, что, несмотря на значительное распространение фтора в природе, большую химическую активность его соединений, необходимость микроэлемента для нормального развития человека и для нормальной жизнедеятельности фтор необходим в строго лимитированных количествах. При недостатке фтора развивается кариес зубов, неравномерность роста костей, снижение иммунитета. Избыток приводит к флюорозу, остеопорозу, кальцификации тканей; потери чувствительности; нарушению процессов окисления и общему истощению организма, а также к снижению уровня гемоглобина крови, угнетению образования коллагена, костной резорбции и кальцификации сосудов. Учитывая распространенность повышенного содержания фтора в воде, встает серьезный вопрос о появлении и

прогрессировании эндемических заболеваний населения, таких как флюороз. В настоящее время, в связи с актуальностью проблемы, идет поиск оптимальной концентрации фтора. Профилактические мероприятия дают результаты, однако необходим комплексный и масштабный подход к дальнейшему решению вопроса о содержании фтора в питьевой воде для предупреждения заболеваний населения.

Литература

1. Аничкина Н.В. Исследования биогеохимии фтора в компонентах геосистем / Н.В. Аничкина // Научное обозрение: Биологические науки. – 2016. – № 3. – С. 5-23.
2. Аничкина Н.В. Содержание фтора в природных водах Окско-Цнинской низменности / Н.В. Аничкина // Ученые записки. – 1997. – С. 66-69.
3. Баканов К.Б. Йодный дефицит как гетерогенное полиэтиологическое состояние человека / К.Б. Баканов, И.И. Макарова, В.А. Синода, И.А. Жмакин // Экология человека. – 2006. – № 6. – С. 18-24.
4. Брусенцова А.В. Влияние качества питьевой воды на здоровье населения города Радужного в 2005-2009гг. / А.В. Брусенцова, В.П. Ростиков, С.В. Мельниченко // Омский научный вестник. – 2012. – №1(108) – С. 10-13.
5. Будкарь Л.Н. Прогнозирование развития профессиональной хронической фтористой интоксикации методами однофакторного анализа / Л.Н. Будкарь, В.Б. Гурвич, Т.Ю. Обухова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 2. – С. 80-85.
6. ГОСТ 4386-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фтора [Электронный ресурс]. Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технич. документации Консорциум Кодекс (дата обращения: 20.10.2020).
7. Давыдова Е.В. Формирование кардиомиопатии на фоне хронической профессиональной интоксикации соединениями марганца и фтора / Е.В. Давыдова, Т.Ф. Миронова, А.В. Калмыкова [и др.] // Acta biomedica scientifica. – 2009. – № 1 (65). – С. 55-58.
8. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2013. – № 3-2 (91). – С. 179-185.
9. Жукова А.Г. Динамика компенсаторных механизмов на ранних стадиях интоксикации фтором / А.Г. Жукова, Е.В. Уланова, Д.А. Щербакова, Т.К. Ядыкина // Технологии живых систем. – 2011. – Т. 8, № 1. – С. 10-17.
10. Жукова А.Г. Экспериментальные исследования внутриклеточных защитных механизмов печени в развитии хронической фтористой интоксикации / А.Г. Жукова, Н.Н. Михайлова, Т.К. Ядыкина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 5. – С. 21-24.
11. Иорданишвили А.К. Фториды: их значение для здоровья человека в современных условиях и перспективы использования // Курский научно-практический вестник. Человек и его здоровье. – 2019. – № 2. – С. 66-73.

12. Канатникова Н.В. Физиологическая роль фтора и его содержание в питьевой воде Орловской области / Н.В. Канатникова, Г.Л. Захарченко // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 5. – С. 40-43.
13. Кинле А.Ф. Критерии оценки степени тяжести вреда здоровью при интоксикации вызванной фторсодержащими газами / А.Ф. Кинле, А.Г. Глазунов, С.И. Кочев // Медицинская экспертиза и право. – 2015. – № 2. – С. 43-48.
14. Макеева И.М. Эндемический флюороз зубов – причины, профилактика и лечение / И.М. Макеева, А.Г. Волков, А.А. Мусиев // ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), 119991. – 2017.
15. Механтьев И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 4 (325). – С. 37-42.
16. Морозова Л.В. Химические элементы в организме человека: справочные материалы / Л.В. Морозова // Архангельск: издат. центр ПГУ: Поморский гос. ун.-т им. М.В. Ломоносова. – 2001. – С. 39.
17. Окушко В.Р. Флюороз зубов – маркер интоксикационной гипоплазии / В.Р. Окушко, И.М. Рябцева // Современная стоматология. – 2016. – № 1 (62). – С. 40-43.
18. Профессиональные заболевания при производственных интоксикациях работников [Электронный ресурс] / Клинический институт условий и охраны труда [Сайт] / URL: <http://www.kiout.ru/info/publish/23599> (дата обращения: 20.10.2020).
19. Распопова Ю.И. Фтор: общая характеристика элемента, как ответственного за здоровье зубов / Ю.И. Распопова, О.И. Фролова, Н.С. Брынза, Г.В. Шаруха // Медицинская наука и образование Урала. – 2017. – Т. 18, № 2 (90). – С. 234-237.
20. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода [Электронный ресурс]. Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технич. документации Консорциум Кодекс (дата обращения: 20.10.2020).
21. Сатыго Е.А. Оценка содержания фтора в воде для планирования эндогенной профилактики кариеса зубов / Е.А. Сатыго, Е.О. Данилов // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2011. – Т. 10, № 2 (37). – С. 64-66.
22. Сеницына О.О. Эссенциальные элементы и их нормирование в питьевой воде / О.О. Сеницына, С.И. Плитман, Г.П. Амплеева [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 30-38.
23. Синода В.А. Приоритетные загрязнители питьевой воды, оказывающие негативное воздействие на состояние здоровья населения Тверской области / В.А. Синода, Л.А. Кудрич, И.А. Жмакин, П.В. Васильев // Тверской медицинский журнал. – 2019. – № 5. – С. 18-28.
24. Синода В.А. Состояние питьевой воды систем централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения – важный фактор среды обитания населения Тверской области / В.А. Синода, И.А.

- Жмакин, Л.А. Кудрич [и др.] // Тверской медицинский журнал. – 2019. – № 5. – С. 7-17.
25. Султанов Р.Р. Риск развития флюороза зубов в регионах Российской Федерации / Р.Р. Султанов // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 6. – С. 1108.
26. Федоров А.А. Влияние магнитолазерной терапии в комплексе с йодобромными хлоридными натриевыми ваннами на показатели ремоделирования костной и хрящевой ткани при остеоартрозе у рабочих криолитового производства / А.А. Федоров, Е.В. Рябко // Курортная медицина. – 2015. – № 4. – С. 73-77.
27. Федоров Ю.А. Некариозные поражения зубов / Ю.А. Федоров, В.А. Дрожжина // Новое в стоматологии. – 1997. – № 10 (60).
28. Филимонов С.Н. Оценка факторов риска в развитии атеросклероза у работающих с хронической фтористой интоксикацией / С.Н. Филимонов, Н.И. Панев, О.Ю. Коротенко, Е.А. Семенова // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 5. – С. 6-10.
29. Царегородцев А.Д. Болезни и осложнения, индуцированные дефицитом и избытком фтора в воде и пище. Рекомендуемые и реальные дозы потребления. Технологии контроля и управления за их поступлением в организм детей 1-го года жизни для профилактики заболеваний / А.Д. Царегородцев, Е.Ю. Боринская, Е.С. Кешишян [и др.] // Издательство Тверской гос. мед. академии. – 2011.
30. Шалина Т.И. Загрязнение окружающей среды фтористыми соединениями и их влияние на здоровье детей / Т.И. Шалина, Л.А. Николаева, М.Ф. Савченков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – № 12. – С. 1133-1137.
31. Шалина Т.И. Общие вопросы токсического действия фтора / Т.И. Шалина, Л.С. Васильева // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 88, № 5. – С. 5-9.
32. Шачнев Р.М. Фтор в питьевой воде, гигиенические нормы. Влияние фтора на биохимические процессы в организме здоровье населения / Р.М. Шачнев, Л.О. Урчукова // Молодеж. науч. форум: Естеств. и мед. науки: материалы XXXI междунар. студ. науч.-практ. конф. №2(30). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/2\(30\).pdf/](https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/2(30).pdf/) (дата обращения: 20.10.2020).
33. Ядыкина Т.К. Водно-солевой баланс и парциальные функции почек в динамике хронической фтористой интоксикации (экспериментальные исследования) / Т.К. Ядыкина, Н.Н. Михайлова, Л.Г. Горохова [и др.] // Фундаментальные и прикладные исследования по проблемам гигиены, медицины труда, экологии человека. – 2016. – С. 150-159.
34. Янин Е.П. Угольный флюороз в Китае (причины и особенности распространения) / Е.П. Янин // Экологическая экспертиза. – 2011. – № 5. – С. 95-109.
35. Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. Vol. 1. Geneva, 1993. (Second edition).

36. Prepared for World Water Day 2001. Reviewed by staff and experts from Oral Health Programme (ORH), and Water, Sanitation and Health Programme (WSH), World Health Organization (WHO), Geneva.
37. Rao S.M., Sherlin H.J., Anuja N., Pratibha R. Morphometry of buccal mucosal cells in fluorosis – a new paradigm // Human and experimental toxicology. – 2011. – Т. 30, № 11. – P. 1761-1768.
38. Trigub V.I. Physiological role of fluorine: medical and geographical aspects (review of literature) / V.I. Trigub // Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки. – 2013. – Т. 18, № 2 (18). – С. 93-100.