

doi: 10.25005/2074-0581-2021-23-2-174-183

## ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА В ВОДЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ В НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ ТУРСУНЗАДЕ

Х.Н. ЭГАМНАЗАРОВ<sup>1</sup>, И.И. БАБАЕВ<sup>2</sup>, С.П. АЛИЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра гигиены окружающей среды, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт профилактической медицины, Душанбе, Республика Таджикистан

**Цель:** анализ содержания фторидов в воде хозяйственно-питьевого назначения населённых пунктов Турсунзаде в зависимости от розы ветров и сезона.

**Материал и методы:** исходя из данных по розе ветров, были выбраны две зоны, включающие 12 населённых пунктов. К первой (опытной) зоне были отнесены 5 джамоатов, включающих 9 сёл, где имеют место западное, северное и северо-восточное направления ветров. Джамоат Д. Рахмонов, включающий 3 села, был отнесён в контрольную зону с восточным направлением ветров с наименьшим загрязнением атмосферного воздуха фтористыми соединениями алюминиевого завода. Определение фторидов в 48 пробах воды хозяйственно-питьевого назначения выполнено колориметрическим методом SPADNS. Были использованы Законы Республики Таджикистан, Постановления Правительства Республики Таджикистан, Национальные программы, статистические материалы.

**Результаты:** среднегодовое содержание фторидов в пробах воды по населённым пунктам Турсунзаде варьировало в широких пределах – 0,43-1,50 мг/л со средним значением 1,04 мг/л. Наибольшая концентрация фтора (1,52 мг/л) была установлена в джамоате Навобод (село Шодиёна) в осенний период. Концентрация фтора в пробах воды, отобранных из закрытых источников (скважины) в зоне расположения алюминиевого завода, была незначительно выше, чем в воде других водоисточников. В пробах воды, отобранных из водоисточников контрольной зоны (джамоат Д. Рахмонов), которая располагается восточнее от завода, в различные периоды года были обнаружены фториды в количестве от 0,39 до 0,60 мг/л, что не превышало ПДК.

**Заключение:** максимальное количество соединений фтора в воде было обнаружено в опытной зоне (джамоат Навобод) с западным направлением ветра, что напрямую связано с функционированием алюминиевого завода.

**Ключевые слова:** фтор, фториды, концентрация, вода, алюминиевое производство, роза ветров.

**Для цитирования:** Эгамназаров ХН, Бабаев ИИ, Алиев СП. Изучение содержания фтора в воде хозяйственно-питьевого назначения в населённых пунктах Турсунзаде. *Вестник Авиценны*. 2021;23(2):174-83. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-2-174-183>

## STUDY OF THE FLUORINE CONTENT IN THE HOUSEHOLD AND DRINKING WATER IN THE TURSUNZADE SETTLEMENTS

KH.N. EGAMNAZAROV<sup>1</sup>, I.I. BABAEV<sup>2</sup>, S.P. ALIEV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Health, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup> Scientific Research Institute of Preventive Medicine, Dushanbe, Republic of Tajikistan

**Objective:** Analysis of fluorine content in the household and drinking water in the Tursunzade settlements, depending on the wind directions and the season.

**Methods:** Based on the wind directions, two zones were selected, including 12 settlements. The first (experimental) zone consists of 5 administrative-territorial units (jamoats), including 9 village with west, north and northeast wind directions. Jamoat D. Rakhmonov, which includes 3 villages, was assigned to the control zone with the east wind direction and the least pollution of the atmospheric air by fluorides from the aluminum plant. Fluoride content was analyzed in 48 samples of household and drinking water using the SPADNS colorimetric method. The Laws of the Republic of Tajikistan, Resolutions of the Government of the Republic of Tajikistan, National Programs, and statistical materials were applied.

**Results:** The average annual fluoride content in water samples from the settlements of Tursunzade varied within 0.43-1.50 mg/l with a mean value 1.04 mg/l. The highest concentration of fluorine (1.52 mg/l) was found in Navobod jamoat (Shodiyona village) in autumn. The concentration of fluorine in water samples taken from sealed wells in the area of the aluminum smelter was slightly higher than in the other water sources. In water samples taken from the water sources of the control zone (jamoat D. Rakhmonov), which is located to the east from the plant, fluorides were found ranging from 0.39 to 0.60 mg/l in different seasons of the year, which did not exceed the maximum permissible concentration (MPC).

**Conclusion:** The highest amount of fluorine compounds in the water was found in the experimental zone (Navobod jamoat) with a west wind direction, which is directly related to the operation of the aluminum smelter.

**Keywords:** Fluorine, fluorides, concentration, water, aluminum production, wind direction.

**For citation:** Egamnazarov KhN, Babaev II, Aliev SP. Izuchenie soderzhaniya ftora v vode khozyaystvenno-pit'evogo naznacheniya v naselyonnykh punktakh Tursunzade [Study of the fluorine content in the household and drinking water in the Tursunzade settlements]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2021;23(2):174-83. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-2-174-183>

### ВВЕДЕНИЕ

Как известно, микроэлемент фтор необходим для нормального роста и развития организма и протекания в нём обменных

### INTRODUCTION

It is well known that the fluorine trace element is necessary for the normal growth and development of the body and its met-

процессов, а ион фтора способен эффективно замещать ион гидроксида не только в костной ткани, но и в неминерализованных тканях. Многие эксперты имеют разные мнения о значимости фтора как биоэлемента для организма человека [1].

Анализируя современные научные данные, можно прийти к заключению, что фтор влияет на различные органы человеческого организма с двух основных позиций: первая обусловлена с токсическим воздействием фтора на различные органы при его избытке в объектах внешней среды. Вторая позиция влияния фтора рассматривается с точки зрения важного микроэлемента, который необходим для рационального развития организма человека. Исходя из этого, изучение токсического действия соединений фтора на организм человека является весьма актуальной санитарно-гигиенической проблемой. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что проявление хронической фтористой интоксикации – флюороза у детей младшего возраста и животных – происходит в природно-климатических зонах, где содержание фтора в почве и воде значительно выше ПДК [2-10].

Результаты исследований стоматологического статуса детей, которые проживали в различных регионах, показали, что развитию флюороза зубов способствует наличие повышенного уровня фтора в хозяйственно-питьевой воде [5, 7, 11-14]. Основным фактором возникновения болезни считается долгое и избыточное использование микроэлемента фтора с питьевой водой. Противокариесным эффектом обладает питьевая вода, в которой содержание фтора находится в диапазоне 0,7-1,2 мг/л, при его наличии 1,2-1,5 мг/л происходит поражение зубов, а при содержании 8 мг/л фтора в питьевой воде возможно поражение скелета [1, 15-18].

Вследствие индустриальной деятельности, каждый год в атмосферу выбрасывается около 2 млн. тонн фтора, большая часть которого попадает в нецентрализованные и централизованные системы водоснабжения, а также около 1 млн. тонн твёрдых фосфатных и суперфосфатных удобрений попадают на ирригационные поля. Установлено, что повышение содержания водорастворимых фторидов в почве и географическое распространение эндемического флюороза имеет прямую корреляционную связь с нецелесообразным применением минеральных удобрений [19-23].

Главным источником микроэлемента фтора считаются природные воды, и наличие фтора в них зависит от поверхностных и глубинных пластов [24]. Основные характеристики фтористой интоксикации (доза и экспозиция) приведены в имеющихся научных исследованиях [16, 25]. Так, употребление пищи с содержанием в ней фтора в пределах от 20 до 80 мг в сутки может привести к тяжёлой патологии – костному флюорозу. Содержание фторидов в питьевой воде с концентрацией более 50 мг/л опасно в плане структурных и функциональных изменений щитовидной железы. Наличие фторидов в питьевой воде является необходимым, однако их концентрация 100 мг/л приводит к задержке роста зубов [1, 6, 8].

Известно, что большие концентрации фтора в почве, питьевой воде и растительной среде тесно связаны с наличием в том или ином регионе алюминиевого производства и применением в сельском хозяйстве фосфатных удобрений и пестицидов. Именно эти аспекты и, в частности, фоновое содержание микроэлемента фтора в различных областях Республики Таджикистан недостаточно изучены [26]. Следует отметить, что антропогенная нагрузка как по объёмам выбросов, так и по уровню загрязнения атмосферного воздуха в различных регионах Таджикистана неравномерная. В настоящее время в стране функционирует единственный серьёзный источник загрязнения атмосферного воздуха

abolic processes; the fluoride ion is able to effectively replace the hydroxide ion not only in bone, but also in non-mineralized tissues. Many experts have different opinions about the importance of fluorine as a biological element for the human body [1].

Analyzing modern scientific data, one may conclude that fluorine has two main effects on the human organs and systems: toxic effect of excess fluoride contaminating environment and the effect of fluorine as an important trace element on the human body development. Therefore, the study of the toxic effects of fluorine compounds on the human body is an essential modern sanitary and hygienic problem. The results of numerous studies indicate that manifestation of chronic fluoride intoxication – fluorosis in young children and animals – occurs in natural climatic zones where the fluorine content in soil and water is significantly higher than the MPC [2-10].

The results of studies of teeth condition of the children who lived in different regions showed that development of dental fluorosis is facilitated by the increased level of fluoride in household and drinking water [5, 7, 11-14]. The main factor in the onset of the disease is considered to be long and excessive consumption of the trace element fluorine with drinking water. Drinking water has an anti-caries effect with fluorine content in the range of 0.7-1.2 mg/l, it may cause teeth damage with fluorine concentration ranging 1.2-1.5 mg/l, and may affect the skeleton if it reaches 8 mg/l [1, 15-18].

As a result of industrial output, about 2 million tons of fluorine is emitted into the atmosphere every year, most of which ends up in decentralized and centralized water supply systems, besides about 1 million tons of solid phosphate and superphosphate fertilizers are applied to the irrigation fields. It was found that the increase in the content of water-soluble fluorides in the soil due to inappropriate application of mineral fertilizers directly correlates with a zonal distribution of endemic fluorosis [19-23].

Natural water is considered to be the main source of the trace element fluorine, and the presence of fluorine is different in the surface-water and groundwater [24]. The main parameters of fluoride intoxication (dose and exposure) are described in the available scientific papers [16, 25]. Thus, consumption of food with fluoride content in the range between 20 to 80 mg per day can lead to development of severe pathology, such as bone fluorosis. The content of fluorides in drinking water with a concentration of more than 50 mg/l is dangerous in terms of structural and functional changes of the thyroid gland. Presence of fluorides in drinking water is necessary, but their concentration of 100 mg/l leads to a delayed teeth growth [1, 6, 8].

It is well known that high concentrations of fluorine in soil, drinking water and plants are closely associated with aluminum production processes in a particular region, as well as with agricultural application of phosphate fertilizers and pesticides. These aspects of the background content of the trace element fluorine in various regions of the Republic of Tajikistan have not yet been sufficiently studied [26]. It should be noted that the anthropogenic load both in terms of emissions and the level of air pollution in different regions of Tajikistan is uneven. Currently, the country has the only essential source of air pollution with various fluorine compounds, which is the Tajik Aluminum Company, located in the densely populated area of the Gissar Valley in the city of Tursunzade. The distribution of the main emissions of this enterprise depends on the direction of the prevailing winds.

различными соединениями фтора, коим является «Таджикская алюминиевая компания», расположенная в густонаселённой зоне Гиссарской долины, в городе Турсунзаде. Распространение основных выбросов предприятия зависит от направления господствующих ветров (розы ветров). В течение года около 80% времени основным направлением ветров в этом регионе является западное, в остальное время северное и северо-восточное<sup>1,2</sup>.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ содержания фторидов в воде хозяйственно-питьевого назначения населённых пунктов Турсунзаде в зависимости от розы ветров и сезона.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исходя из данных направления ветров, были выбраны две зоны, включающие 12 населённых пунктов. К первой (опытной) зоне отнесены 5 джамоатов, включающих 9 сёл, где отмечаются западное, северное и северо-восточное направления ветров. Джамоат Д. Рахмонов, включающий 3 села, был отнесён в контрольную зону с восточным направлением ветров, где отмечается наименьшее загрязнение атмосферного воздуха фтористыми соединениями алюминиевого завода. Необходимо отметить, и это общеизвестно, что загрязнение водоисточников происходит за счёт выбросов в атмосферу соединений фтора путём их оседания на поверхности почвы и проникновения по её профилю.

В процессе работы был использован колориметрический метод SPADNS с применением портативного колориметра DR/890 (HACK, China). Целесообразность использования данного метода заключалась в том, что он был одобрен ВОЗ. Пробы воды в объёме 1 литр были отобраны по два раза, в разные сезоны года в специальные флаконы из полиэтилена высокой плотности и анализировались в течение 24 часов в химических лабораториях при Центре государственного санэпиднадзора города Турсунзаде. Стандартные эталонные (референс) растворы, применяемые для определения концентрации фтора, были проанализированы до и после измерений, при относительной погрешности 2%. Данные по концентрации фтора группировали в 3 категории, в зависимости от их воздействия на здоровье человека, в соответствии с рекомендациями ВОЗ: питьевая вода с высоким содержанием фторидов (выше 1,5 мг/л); питьевая вода с оптимальным содержанием фторидов (в диапазоне от 0,51 до 1,5 мг/л); питьевая вода с низким содержанием фторидов (до 0,5 мг/л). Всего за два сезона (весна и осень) было взято 48 проб воды хозяйственно-питьевого назначения в населённых пунктах Турсунзаде.

Статистическая обработка данных проведена с использованием статистического пакета для социальных наук SPSS Statistics 21.0 и «Statistica 10» (StatSoft Inc., USA). Данные были обобщены с использованием таблиц и рисунков. Описательная статистика включила частоту и проценты в основном для категориальных переменных. Абсолютные числа данных представлены в виде минимума, максимума, средних величин и стандартного отклонения. Аналитическая статистика включала анализ сравнения независимых переменных с применением метода ANOVA Крускала-Уоллиса, парные сравнения независимых переменных проведена по U-критерию Манна-Уитни. Сравнительный анализ сезонных

During the year, about 80% of the time, west wind direction is dominating in this region, while the remaining time it is north and northeast<sup>1,2</sup>.

## OBJECTIVE

Analysis of fluorine content in the household and drinking water in the Tursunzade settlements, depending on the wind directions and the season.

## METHODS

Based on the wind direction data, two zones were selected for the study, including 12 settlements. The first (experimental) zone included 5 jamoats with 9 villages, where west, north and northeast wind directions were dominating. Jamoat D. Rakhmonov, which includes 3 villages, was assigned to the control zone with the east wind direction, where the least pollution of the atmospheric air by fluoride compounds of the aluminum smelter was registered. It should be mentioned, and it is generally known, that water sources get polluted due to the emission of fluorine compounds into the atmosphere through their settling on the soil surface and penetrating along its stratification profile.

During the study implementation, the SPADNS colorimetric method was applied using a portable colorimeter DR/890 (HACK, China). The feasibility of this method is confirmed by its WHO approval. One liter of water was sampled in special high-density polyethylene bottles, twice during different seasons of the year, and analyzed within 24 hours in chemical laboratories at the Center for State Sanitary and Epidemiological Surveillance in the city of Tursunzade. Standard (reference) solutions used to determine the fluorine concentration were analyzed before and after measurements, with a relative error of 2%. The data on the concentration of fluorine were grouped into 3 categories, depending on their impact on human health, and in accordance with the WHO recommendations: drinking water with a high content of fluorides (above 1.5 mg/l); drinking water with an optimal fluoride content (in the range from 0.51 to 1.5 mg/l); and drinking water with a low content of fluorides (up to 0.5 mg/l). Total of 48 samples of water for household and drinking purposes were taken in the settlements of Tursunzade during the two seasons (spring and autumn).

Statistical data processing was carried out using the statistical package for social sciences SPSS Statistics 21.0 and "Statistica 10" (StatSoft Inc., USA). The data were summarized using tables and figures. Descriptive statistics included frequency and percentages mainly for categorical variables. Absolute numbers of data are presented as minimum, maximum, means, and standard deviation. Analytical statistics included the analysis of the comparison of independent variables using the Kruskal-Wallis ANOVA method, paired comparisons of the independent variables were carried out using the Mann-Whitney U-test. The comparative analysis of seasonal differences was tested using the Wilcoxon T-test. The null hypothesis was rejected at  $p < 0.05$ .

1 Global Weather «Архив погоды в Турсунзаде»: <https://global-weather.ru/archive/tursunzade>

2 Meteoblue – weather close to you «Поза скоростей ветра Турсунзаде»: [https://www.meteoblue.com/ru/погода/archive/windrose/Турсунзаде\\_Таджикистан\\_1282601](https://www.meteoblue.com/ru/погода/archive/windrose/Турсунзаде_Таджикистан_1282601)

1 Global Weather "Weather archive in Tursunzade": <https://global-weather.ru/archive/tursunzade>

2 Meteoblue - weather close to you "Tursunzade wind speed directions": [https://www.meteoblue.com/ru/weather/archive/windrose/Tursunzade\\_Tajikistan\\_1282601](https://www.meteoblue.com/ru/weather/archive/windrose/Tursunzade_Tajikistan_1282601)

различий проверялся с использованием Т-критерия Вилкоксона. Нулевая гипотеза отвергалась при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами установлено, что в зоне расположения алюминиевого завода ряд водоисточников сельских регионов и разводящая сеть города Турсунзаде берут начало и используют воду быстрых горных рек, которые не успевают в полной мере загрязниться его вредными выбросами. Поэтому в исследуемых пробах воды хозяйственно-питьевого назначения среднегодовая концентрация фтора была относительно низкой или, большей частью, с оптимальным его содержанием – от 0,7 до 1,5 мг/л (табл. 1).

Как видно из табл. 1, наибольшая концентрация фтора (1,52 мг/л) была установлена в джамоате Навобод (село Шодиёна) в осенний период. В пробах воды, отобранных из водоисточников

### RESULTS AND DISCUSSION

We found that in the area of the aluminum smelter, a number of water sources in rural regions and the water distribution system of the city of Tursunzade originate from the fast mountain rivers and use their water before it gets fully polluted with harmful emissions. Therefore, in the studied samples of household and drinking water, the average annual concentration of fluorine was relatively low or, for the most part, it was optimal, ranging from 0.7 to 1.5 mg/l (Table 1).

As you can see from the Table 1, the highest concentration of fluorine (1.52 mg/l) was found in Navobod jamoat (Shodiyona village) in autumn. In water samples taken from water sources of the control zone (jamoat D. Rakhmonov) in different periods of the year, the amount of fluorides ranged from 0.39 to 0.60 mg/l, which did not exceed the MPC. This finding is confirmed by the

**Таблица 1** Содержание водорастворимых соединений фтора в воде хозяйственно-питьевого назначения в осенне-весенние сезоны года (мг/л)

Населённый пункт	Место отбора проб	Зона	Весенний	Осенний	Среднегодовое значение
Дж, Навобод	село Обшорон	Опытная	1,44	1,38	1,41
	село Шодиёна		1,48	1,52	1,50
	село Захматкаш		1,36	1,39	1,38
Дж, Сешанбе	село И, Бозоров		1,27	1,36	1,32
Дж, Т, Туйчиев	село Дусти		1,24	1,30	1,27
	село Саркор		1,18	1,28	1,23
г, Турсунзаде	городок Чинор		1,00	1,20	1,10
	ЗХПВТАК		1,15	1,15	1,15
Дж, Пахтаобод	село Анджибар		0,70	0,70	0,70
Дж, Д, Рахмонов	село С, Шерози		Контрольная	0,39	0,47
	село Заркамар	0,34		0,54	0,44
	село О, Нуъмонова	0,46		0,60	0,53

Примечания: Дж. – джамоат; ЗХПВТАК – зона хозяйственно-питьевого водоснабжения Таджикской алюминиевой компании

**Table 1** The content of water-soluble fluorine compounds in water used for household and drinking purposes in the autumn-spring seasons of the year (mg/l)

Locality	Sampling location	Zone	Spring	Autumn	Annual average
J. Navobod	Obshoron village	Experimental	1.44	1.38	1.41
	Shodiyona village		1.48	1.52	1.50
	Zakhmatkash village		1.36	1.39	1.38
J. Seshanbe	I. Bozorov village		1.27	1.36	1.32
J. T. Tuychiev	Dusti village		1.24	1.30	1.27
	Sarkor village		1.18	1.28	1.23
Tursunzade city	Chinor town		1.00	1.20	1.10
	ZDDWSTAC		1.15	1.15	1.15
J. Pakhtaobod	Anjibar village		0.70	0.70	0.70
J. D. Rakhmonov	S. Sherozi village		Control	0.39	0.47
	Zarkamar village	0.34		0.54	0.44
	O. Nu'monova village	0.46		0.60	0.53

Notes: J. – jamoat; ZDDWSTAC – zone of domestic and drinking water supply of the Tajik Aluminum Company



контрольной зоны (джамоат Д. Рахмонов) в разные периоды года количество фторидов колебалось в пределах 0,39 до 0,60 мг/л, что не превышало ПДК. Данный факт подтверждается тем, что в этом джамоате отмечается восточное направление ветров, при котором происходит наименьшее загрязнение объектов внешней среды фтористыми соединениями.

В табл. 2 приведены среднегодовые концентрации содержания фторидов в пробах воды хозяйственно-питьевого назначения.

Как показано в табл. 2, среднегодовое содержание фторидов в пробах воды по населённым пунктам Турсунзаде варьировало в широких пределах: 0,43-1,50 мг/л со средним значением 1,04 мг/л (СО ±0,38) при 95% ДИ. В 6 (14,6%) пробах их содержание было ниже 0,5 мг/л, оптимальное значение фторидов (0,5-1,5 мг/л) имело место в 40 (81,3%) пробах. Допустимый предел (1,5 мг/л) был превышен только в 2 пробах (4,2%). Однако концентрация фтора в пробах воды, отобранных из закрытых источников (скважины), в зоне расположения алюминиевого завода была незначительно выше, чем в воде других водоисточников. Это свидетельствует о том, что осевшие на поверхность почвы соединения фтора мигрируют по её профилю, загрязняя грунтовые воды. В отобранных из водоисточников пробах воды, которая подаётся в самом городе Турсунзаде, в различные периоды года были обнаружены фториды в количестве от 1,10 до 1,15 мг/л, что не превышало ПДК. Население джамоата Навобод (опытная зона) с западным направлением ветра употребляло воду с максимальной концентрацией фтора 1,50 мг/л, в то время, как минимальная концентрация фтора в воде была обнаружена в джамоате Пахтаобод

fact that in this jamoat the east wind direction is common, which provides the least pollution of the environment with fluoride compounds.

Table 2 shows the average annual concentration of fluoride in samples of water for household and drinking purposes.

As shown in Table 2, the average annual fluoride content in water samples in the settlements of Tursunzade varied within wide limits of 0.43-1.50 mg/l, with an average value of 1.04 mg/l (SD ±0.38) at 95% CI. In 6 samples (14.6%), their content was below 0.5 mg/l, while the optimal value of fluorides (0.5-1.5 mg/l) was found in 40 samples (81.3%). The permissible limit (1.5 mg/l) was exceeded in only 2 samples (4.2%). However, the concentration of fluorine in water samples taken from sealed sources (wells) in the area of the aluminum smelter was slightly higher than in the other water sources. This finding indicates that fluorine compounds deposited on the soil surface spread along its stratification profile, polluting the groundwater. In water samples taken from water sources which supply the city of Tursunzade, in different seasons of the year fluorides content ranged from 1.10 to 1.15 mg/l, which did not exceed the MPC. The population of the Navobod jamoat (experimental zone) with a west wind direction used water with the highest fluorine concentration of 1.50 mg/l, while the lowest concentration of fluorine in the water was found in the Pakhtaobod jamoat (experimental zone) with a north wind direction. Previous similar studies on the health condition of workers in the workshops of the aluminum plant also indicate the

**Таблица 2** Среднегодовые концентрации содержания водорастворимых соединений фтора в пробах воды хозяйственно-питьевого назначения (мг/л)

Населённый пункт	Зона	Всего взятых проб	Мин.	Макс.	Ср. знач.	СО 95% ДИ	p
Дж. Навобод	Опытная	12	1,38	1,50	1,43	0,06	<0,001
Дж. Сешанбе		4	1,32	1,32	1,32	0,01	
Дж. Т. Туйчиев		8	1,23	1,27	1,25	0,03	
г. Турсунзаде		8	1,10	1,15	1,13	0,04	
Дж. Пахтаобод	Контрольная	4	0,70	0,70	0,70	0,01	
Дж. Д. Рахмонов		12	0,43	0,53	0,47	0,06	
Всего		48	0,43	1,50	1,04	0,38	

Примечания: p – статистическая значимость различий показателей между целевыми зонами Турсунзаде (по критерию Крускала-Уоллиса); Мин. – минимум; Макс. – максимум; Ср. знач. – среднее значение; СО – стандартное отклонение; ДИ – доверительный интервал

**Table 2** Average annual concentrations of water-soluble fluorine compounds in samples of water for household and drinking purposes (mg/l)

Locality	Zone	Total samples taken	Min.	Max.	Mean	SD 95% CI	p
J. Navobod	Experimental	12	1.38	1.50	1.43	0.06	<0.001
J. Seshanbe		4	1.32	1.32	1.32	0.01	
J. T. Tuychiev		8	1.23	1.27	1.25	0.03	
Tursunzade city		8	1.10	1.15	1.13	0.04	
J. Pakhtaobod	Control	4	0.70	0.70	0.70	0.01	
J. D. Rakhmonov		12	0.43	0.53	0.47	0.06	
Total		48	0.43	1.50	1.04	0.38	

Notes: p – statistical significance of the differences in indicators between the target zones of Tursunzade (according to the Kruskal-Wallis criterion); Min. – minimum; Max. – maximum; Mean – average value; SD – standard deviation; CI – confidence interval

(опытная зона) с северным направлением ветра. Проведённые ранее аналогичные исследования по изучению состояния здоровья работников цехов алюминиевого завода также свидетельствуют о нахождении фтористых соединений объектах окружающей среды города Турсунзаде [27, 28].

Сравнительный анализ исследуемых групп в зависимости от сезона года приводится в табл. 3.

Как видно из табл. 3, при сравнении групп по содержанию фторидов в водоисточниках в зависимости от времени года были установлены статистически значимые различия, как в весенний, так и осенний периоды. Более наглядно данные различия между зонами в весенний сезон года представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, средний уровень содержания фторидов в водоисточниках контрольной зоны весной составлял 0,39 мг/л [0,34; 0,46], а опытной зоны – 1,24 [1,15; 1,36] со статистической значимостью ( $p < 0,001$ ).

На рис. 2. отражены выявленные различия между исследуемыми зонами в осенний сезон года.

Как показано на рис. 2, средний уровень содержания фторидов в водоисточниках контрольной зоны осенью составлял 0,54 мг/л [0,47; 0,60], а в опытной – 1,30 [1,20; 1,38] со статистической значимостью ( $p < 0,001$ ). Проведённый анализ свидетельствует о наибольшей загрязнённости воды хозяйственно-питьевого назначения в населённых пунктах Турсунзаде в осеннее время года.

На фоне прогрессивного развития технологий и повышенной техногенной нагрузки, влияния неблагоприятных факторов социально-экономического характера, наблюдаемых практически во всех странах, включая и Республику Таджикистан, большую роль играет охрана и поддержание здоровья населения. Установлено, что устранение или минимизация неблагоприятных факторов окружающей среды загрязнённых местностей с учётом решений ряда задач по оптимизации систем водоснабжения и водообеспечения населения, а также организация оптимального и полноцен-

presence of fluoride compounds in the environmental objects of Tursunzade city and are consistent with the results of studies carried out by scientists from other countries [27, 28].

A comparative analysis of the studied groups depending on the season of the year is given in Table 3.

As it is seen in the Table 2, when comparing groups by the content of fluorides in water sources depending on the season, statistically significant differences were found both for spring and autumn. More particularly, these differences between zones in the spring season are shown in Fig. 1.

As can be seen from Fig. 1, the average level of fluoride content in water sources of the control zone in spring was 0.39 mg/l [0.34; 0.46], while in the experimental zone – 1.24 [1.15; 1.36] with statistically significant difference ( $p < 0.001$ ).

In Fig. 2 the observed differences between the studied zones in the autumn season of the year are shown.

As shown in Fig. 2, the average level of fluoride content in water sources of the control zone in autumn was 0.54 mg/l [0.47; 0.60], and in the experimental one – 1.30 [1.20; 1.38] with statistically significant difference ( $p < 0.001$ ). The analysis shows the highest contamination of water for domestic and drinking purposes in the settlements of Tursunzade in the autumn season.

On the background of the progressive technological development and increased technogenic load, the influence of unfavorable socio-economic factors on the people is observed in almost all the countries, including the Republic of Tajikistan, therefore protection and maintenance of health of the population plays an important role. It has been established that elimination or minimization of unfavorable environmental factors in polluted areas contribute to the increase of the human body's resistance to the influence of these factors, provided the problems of optimization of waterworks and water supply to the population, as well as of

**Таблица 3** Сравнительный анализ содержания фторидов между исследуемыми зонами и временами года (мг/л)

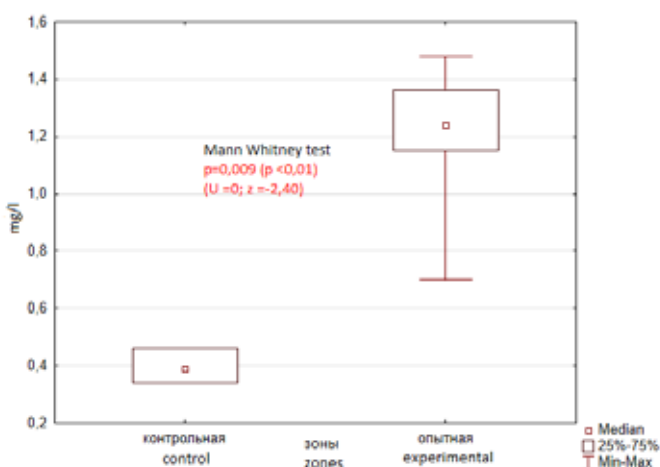
Время года	Контрольная (n=12)	Опытная (n=36)	p
Весна	0,39 [0,34; 0,46]	1,24 [1,15; 1,36]	<0,001 (U=0; z=-2,40)
Осень	0,54 [0,47; 0,60]	1,30 [1,20; 1,38]	<0,001 (U=0; z=-2,40)
$p_0$	=0,109 (>0,05) (T=0; z=1,60)	=0,076 (>0,05) (T=3,5; z=1,77)	
Среднегодовое содержание	0,44 [0,43; 0,53]	1,27 [1,15; 1,38]	<0,001 (U=0; z=-2,40)

Примечания: p – статистическая значимость различий показателей между контрольной и опытной зонами (по U-критерию Манна-Уитни);  $p_0$  – статистическая значимость различия показателей по сезонам (по T-критерию Вилкоксона)

**Table 3** Comparative analysis of fluoride content between the studied zones and seasons (mg/l)

Season	Control (n=12)	Experimental (n=36)	p
Spring	0.39 [0.34; 0.46]	1.24 [1.15; 1.36]	<0.001 (U=0; z=-2.40)
Autumn	0.54 [0.47; 0.60]	1.30 [1.20; 1.38]	<0.001 (U=0; z=-2.40)
$p_0$	=0.109 (>0.05) (T=0; z=1.60)	=0.076 (>0.05) (T=3.5; z=1.77)	
Average annual content	0.44[0.43; 0.53]	1.27 [1.15; 1.38]	<0.001 (U=0; z=-2.40)

Notes: p – statistical significance of the differences in indicators between the control and experimental zones (according to the Mann-Whitney U-test);  $p_0$  – statistical significance of the differences in indicators by seasons (according to Wilcoxon's T-test)

**Рис. 1** Сравнительный анализ между зонами в весенний сезон года**Fig. 1** Comparative analysis of fluorine content between zones in the spring season of the year

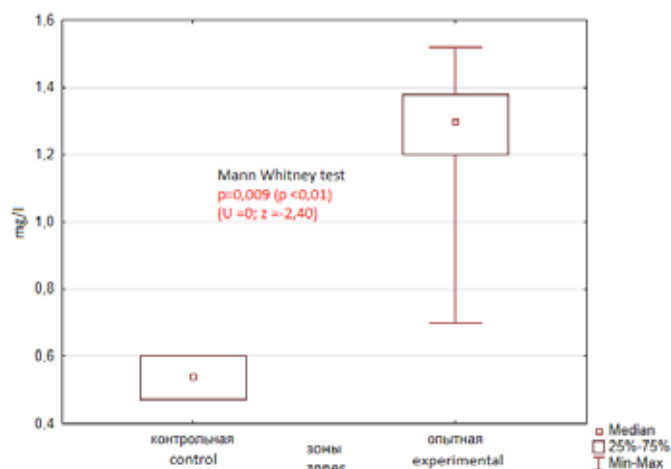
ного питания способствуют повышению устойчивости организма к влиянию этих факторов [29-33]. Одним из химических элементов, наиболее часто обнаруживаемых в загрязнённых объектах, является фтор, который представляет серьёзную угрозу для здоровья человека и является эндемичной причиной развития флюороза, а его недостаток вызывает кариес [2, 34, 35].

Некоторые авторы к районам повышенного содержания фтора в питьевой воде и других объектах внешней среды, наряду с Эстонией, Молдавией, некоторыми областями Российской Федерации (Калининской, Московской, Рязанской и др.), ошибочно причисляют и Республику Таджикистан [36]. Однако проведёнными ранее исследованиями было доказано, что, наоборот, многие территории Таджикистана относятся к эндемическим зонам с недостаточным содержанием фтора, кроме региона расположения алюминиевого завода, где имеет место техногенное загрязнение окружающей среды фтористыми соединениями, такими как фтористый водород и твёрдые фториды [11, 26].

Необходимо отметить, что длительное наблюдение за качеством воды подземных водоисточников в санитарной зоне алюминиевого завода показало, что содержание фторидов в её пробах, кроме единичных случаев, редко превышало ПДК. Мониторингом подземных водоисточников не было установлено выраженной взаимосвязи между длительностью функционирования производства и концентрацией фторидов в воде. Однако в некоторых из них такая взаимосвязь была выявлена. Наши данные относительно этого согласуются с результатами исследований ряда учёных [11, 26].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среднегодовое содержание фторидов в пробах воды по населённым пунктам Турсунзаде варьировало в широких пределах – от 0,43 до 1,50 мг/л со средним значением 1,04 мг/л. Наибольшая концентрация фтора (1,52 мг/л) была установлена в селе Шодиёна джамоата Навобод в осенний период. Концентрация фтора в пробах воды, отобранных из закрытых источников (скважины) в зоне расположения алюминиевого завода, была незначительно выше, чем в воде других водоисточников. В пробах воды, отобранных из

**Рис. 2** Сравнительный анализ между зонами в осенний сезон года**Fig. 2** Comparative analysis of fluorine content between the zones in the autumn season of the year

the balanced food and nutrition, are being solved [29-33]. One of the chemical elements most often found in contaminated objects is fluorine, which poses a serious threat to human health and is an endemic cause of the fluorosis development, while its deficiency causes caries [2, 34, 35].

Some authors erroneously classify the Republic of Tajikistan as an area of high fluorine content in drinking water and other environmental objects, along with Estonia, Moldova, and some regions of the Russian Federation (Kalinin, Moscow, Ryazan, etc.) [36]. However, earlier studies proved that, on the contrary to this statement, many territories of Tajikistan belong to endemic zones with insufficient fluorine content, except for the region where the aluminum plant is located, with a technogenic pollution of the environment with fluoride compounds, such as hydrogen fluoride and solid fluorides [11, 26].

It should be noted that long-term monitoring of the water quality of underground water sources in the sanitary zone of the aluminum plant showed that the content of fluorides in its samples, except for isolated cases, rarely exceeded the MPC. Monitoring of underground water sources did not reveal a significant interplay between the duration of manufacture and the concentration of fluorides in water. However, in some of the water sources, this crosstalk could be revealed. Our data on this issue are consistent with the results of studies by a number of scientists [11, 26].

## CONCLUSION

The average annual fluoride content in water samples in the settlements of Tursunzade varied over a wide range from 0.43 to 1.50 mg/l with a mean value of 1.04 mg/l. The highest concentration of fluorine (1.52 mg/l) was found in the village of Shodi-yona, jamoat Navobod, in autumn. The concentration of fluorine in water samples taken from sealed sources (wells) in the area of the aluminum smelter was slightly higher than in water from other water sources. In water samples taken from water sources of the control zone (jamoat D. Rakhmonov) in different seasons of

водоисточников контрольной зоны (джамоат Д. Рахмонов) в разные периоды года количество фторидов колебалось в пределах 0,39 до 0,60 мг/л, что не превышало ПДК. Данный факт согласуется с тем, что в джамоате Д. Рахмонов отмечается восточное направление ветров, при котором происходит наименьшее загрязнение объектов внешней среды фтористыми соединениями.

the year, the amount of fluorides ranged from 0.39 to 0.60 mg/l, which did not exceed the MPC. This finding is consistent with the fact that in D. Rakhmonov jamoat the east wind direction is registered, at which the pollution of the environment with fluoride compounds is the least.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

- Распопова ЮВ, Фролова ОИ, Брынза НС, Шарухо ГВ. Фтор: общая характеристика элемента, как ответственного за здоровье зубов. *Медицинская наука и образование Урала*. 2017;2(2):234-5.
- Гречихин СС. Взаимосвязь между распространённостью и тяжестью флюороза твёрдых тканей зубов и гигиеной полости рта. *Региональный вестник*. 2020;11:7-9.
- Давыдов БН, Беляев ВВ, Коновалов СВ. Оценка компетенций врачей-стоматологов детских по проблемам флюороза зубов. *Верхневолжский медицинский журнал*. 2013;11(4):45-8.
- Елистратова МИ, Галышева КА. Флюороз – важна ли его профилактика? *ББК*. 2017;56(6):64-5.
- Кириллова ЕВ, Матело СК, Купец ТВ. Флюороз зубов – статус вопроса в современной эстетической стоматологии. *Современная стоматология*. 2010;5:14-6.
- Макеева ИМ, Волков АГ, Мусиев АА. Эндемический флюороз зубов – причины, профилактика и лечение. *Российский стоматологический журнал*. 2017;21(6):340-4.
- Скиба АА, Бараховская ЕЕ. Флюороз: этиология, патогенез, клиника, лечение, профилактика (обзор литературы). *StudNet*. 2020;21(1):1-9.
- Moimaz SAS, Saliba O, Marques LB, Garbin CAS, Saliba NA. Dental fluorosis and its influence on children's life. *Brazilian Oral Research*. 2015;29(1):1-7.
- Doumit M, Doughan B. Dental caries and fluorosis among children in Lebanon. *Indian Journal of Dental Research*. 2018;29(3):317-22.
- Wong MC, Glenn AM, Tsang BW, Lo EC, Worthington HV, Marinho VC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;1:CD007693.
- Юсупов ЗЯ, Бабаев АБ, Валиева МР. Распространённость некариозных поражений зубов среди детей, проживающих в разных экологических условиях. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2016;4:98-101.
- Atia GS, May J. Dental fluorosis in the pediatric patient. *Dental Update*. 2013;40(10):836-9.
- Zhang R, Cheng L, Zhang T, Xu T, Li M, Yin W, et al. Brick tea consumption is a risk factor for dental caries and dental fluorosis among 12-year-old Tibetan children in Ganzi. *Environmental Geochemistry and Health*. 2019;41(3):1405-17.
- Zhou G, Yang L, Luo C, Liu H, Li P, Cui Y, et al. Low-to-moderate fluoride exposure, relative mitochondrial DNA levels, and dental fluorosis in Chinese children. *Environment International*. 2019;127:70-7.
- Аль-Гальбан ЛН, Маркина АД, Панасенко АС. Влияние содержания фтора в питьевой воде на основные показатели здоровья человека. *ББК*. 2020;51(1):33-7.
- Шачнев РМ. Фтор в питьевой воде, гигиенические нормы влияния фтора на биохимические процессы в организме, здоровье населения. *Молодёжный научный форум естественных и медицинских наук*. 2016;2:15-9.
- Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015;6:CD010856.
- Molina-Frechero N, Nevarez-Rascón M, Nevarez-Rascón A, González-González R, Irigoyen-Camacho ME, Sánchez-Pérez L, et al. Impact of dental fluorosis, socioeconomic status and self-perception in adolescents exposed to a high
- Raspopova YuV, Frolova OI, Brynza NS, Sharukho GV. Ftor: obshchaya kharakteristika elementa, kak otvetstvennogo za zdorov'e zubov [Fluorine: A general characteristic of the element responsible for dental health]. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2017;2(2):234-5.
- Grechikhin SS, Vzaimosvyaz' mezhdru rasprostranyonnostyu i tyazhestyu flyuoroza tvordykh tkaney zubov i gigenoy polosti rta [The relationship between the prevalence and severity of dental hard tissue fluorosis and oral hygiene]. *Regional'nyy vestnik*. 2020;11:7-9.
- Davydov BN, Belyaev VV, Konovalov SV. Otsenka kompetentsiy vrachey-stomatologov detskikh po problemam flyuoroza zubov [Evaluation of the competence of children's dentists on the problems of dental fluorosis]. *Verkhnevolskiy meditsinskiy zhurnal*. 2013;11(4):45-8.
- Elistratova MI, Galysheva KA. Flyuoroz – vazhna li ego profilaktika? [Fluorosis – is its prevention important?]. *BBK*. 2017;56(6):64-5.
- Kirillova EV, Matelo SK, Kupets TV. Flyuoroz zubov – status voprosa v sovremennoy esteticheskoy stomatologii [Dental fluorosis – the status of an issue in modern aesthetic dentistry]. *Sovremennaya stomatologiya*. 2010;5:14-6.
- Makeeva IM, Volkov AG, Musiev AA. Endemicheskiy flyuoroz zubov – prichiny, profilaktika i lechenie [Endemic dental fluorosis – causes, prevention and treatment]. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2017;21(6):340-4.
- Skiba AA, Barakhovskaya EE. Flyuoroz: etiologiya, patogenez, klinika, lechenie, profilaktika (obzor literatury) [Fluorosis: Etiology, pathogenesis, clinical picture, treatment, prevention (literature review)]. *StudNet*. 2020;21(1):1-9.
- Moimaz SAS, Saliba O, Marques LB, Garbin CAS, Saliba NA. Dental fluorosis and its influence on children's life. *Brazilian Oral Research*. 2015;29(1):1-7.
- Doumit M, Doughan B. Dental caries and fluorosis among children in Lebanon. *Indian Journal of Dental Research*. 2018;29(3):317-22.
- Wong MC, Glenn AM, Tsang BW, Lo EC, Worthington HV, Marinho VC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;1:CD007693.
- Yusupov ZYa, Babaev AB, Valieva MR. Rasprostranyonnost' nekarioznykh porazheniy zubov sredi detey, prozhivayushchikh v raznykh ekologicheskikh usloviyakh [Prevalence of non-carious dental lesions among children living in different environmental conditions]. *Vestnik Akademii meditsinskikh nauk Tadzhikistana*. 2016;4:98-101.
- Atia GS, May J. Dental fluorosis in the pediatric patient. *Dental Update*. 2013;40(10):836-9.
- Zhang R, Cheng L, Zhang T, Xu T, Li M, Yin W, et al. Brick tea consumption is a risk factor for dental caries and dental fluorosis among 12-year-old Tibetan children in Ganzi. *Environmental Geochemistry and Health*. 2019;41(3):1405-17.
- Zhou G, Yang L, Luo C, Liu H, Li P, Cui Y, et al. Low-to-moderate fluoride exposure, relative mitochondrial DNA levels, and dental fluorosis in Chinese children. *Environment International*. 2019;127:70-7.
- Al-Galban LN, Markina AD, Panasenka AS. Vliyanie soderzhaniya ftora v pit'evoy vode na osnovnyye pokazateli zdorov'ya cheloveka [Influence of fluoride content in drinking water on the main indicators of human health]. *BBK*. 2020;51(1):33-7.
- Shachnev RM. Ftor v pit'evoy vode, gigenicheskie normy vliyaniya ftora na biokhimicheskie protsessy v organizme, zdorov'e naseleniya [Fluoride in drinking water, hygienic standards for the effect of fluoride on biochemical processes in the body, public health]. *Molodyozhnyy nauchnyy forum estestvennykh i meditsinskikh nauk*. 2016;2:15-9.
- Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015;6:CD010856.
- Molina-Frechero N, Nevarez-Rascón M, Nevarez-Rascón A, González-González R, Irigoyen-Camacho ME, Sánchez-Pérez L, et al. Impact of dental fluorosis, socioeconomic status and self-perception in adolescents exposed to a high level



- level of fluoride in water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(1):1-10.
19. Бережнова ВВ. Влияние загрязнения окружающей среды в зоне действия ТАЛКО на накопление фтора и качество овощных культур. *Агроэкологический вестник*. 2017;1:151-9.
  20. Голдовская-Перистая ЛФ. Оценка качества питьевой воды Белгородской области по химическому составу и свойствам. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2008;7:66-70.
  21. Горшкова МС, Егорова АА. Об особенностях приоритетного качественного состава питьевой воды в Рязанской области. *Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации и приоритеты*. 2019;87:370-1.
  22. Дидигова ЛА, Ялхороева МА, Шадиева АИ, Мартазанова РМ, Саламов АМ. Содержание фтора и йода в водных объектах Республики Ингушетия. *Вестник ТГУ. Серия: естественные и технические науки*. 2014;19(5):1675-8.
  23. Ялалова ММ, Сердюк АИ. Влияние ПАВ на выбросы фторидов с поверхности борфтористоводородного электролита для переработки свинцовых аккумуляторов. *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. 2018;5:37-41.
  24. Иванов АВ, Тафеева ЕА, Давлетова НХ, Вавашкин КВ. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения. *Вода: химия и экология*. 2012;3:48-53.
  25. Smith GE. Fluoride, teeth and bone. *Med J Aust*. 1985;143(7):283-6.
  26. Юсупов ЗЯ, Бабаев АБ, Ашуров ГГ. О влиянии техногенных факторов производственной и окружающей среды на распространённость и структуру патологии зубочелюстной системы. *Вестник Авиценны*. 2017;19(2):261-5. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-2-261-265>
  27. Азонов ДА. Содержание фторидов в пробах продуктов растениеводства, в кормах, воде и почве отобранных в различных регионах Хатлонской области. *Вопросы питания и регуляция гомеостаза*. 2008;9:181-4.
  28. Алиев СП, Бабаев ИИ, Саттарова МК. Суточное потребление фтора школьниками некоторых регионов Согдийской области Республики Таджикистан. *Гигиена труда и медицинская экология*. 2015;3(3):45-9.
  29. Азимов ГД. Санитарно-гигиеническая оценка поверхностных водоёмов Таджикистана. *Здравоохранение Таджикистана*. 2016;3:87-91.
  30. Нечаев ВС, Саурина ОС. Первичная медико-санитарная помощь и особенности питьевого водоснабжения населения. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2016;24(2):95-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/0869-866X-2016-24-2-95-97>
  31. Файзуллоев НФ, Ходжаева НМ. О качествах и свойствах воды в «Каноне врачебной науки» Абуали ибн Сино. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2017;2:98-103.
  32. Нурузова ЗА, Нуруллаева Ш. Резистентность к антибиотикам *E. coli*, встречающихся в открытых водоёмах. *Биология и интегративная медицина*. 2019;1:5-13.
  33. Поддубный МВ. Проблемы санитарной охраны окружающей среды в СССР в период первых пятилеток (1930-е годы). *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2020;28(6):1391-4. Available from: <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-6-1391-1394>
  34. Богомолова СС. Клинико-лабораторная оценка лечения кариеса в зубах с флюорозом в детском возрасте. *Институт стоматологии*. 2011;1:104-6.
  35. Маслак ЕЕ. Распространённость кариеса зубов и современные направления профилактики кариеса. *Медицинский алфавит*. 2015;1(1):28-31.
  - of fluoride in water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(1):1-10.
  19. Berezhnova VV. Vliyaniye zagryazneniya okruzhayushchey sredy v zone deystviya TALKO na nakopleniye ftora i kachestvo ovoshnykh kul'tur [Influence of environmental pollution in the TALKO area on the accumulation of fluoride and the quality of vegetable crops]. *Agroekologicheskii vestnik*. 2017;1:151-9.
  20. Goldovskaya-Peristaya LF. Otsenka kachestva pit'evoy vody Belgorodskoy oblasti po khimicheskomu sostavu i svoystvam [Evaluation of the quality of drinking water in the Belgorod region by chemical composition and properties]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2008;7:66-70.
  21. Gorshkova MS, Egorova AA. Ob osobennostyakh prioritetnogo kachestvennogo sostava pit'evoy vody v Ryzanskoj oblasti [On the features of the priority quality composition of drinking water in the Ryazan region]. *Studencheskaya nauka i meditsina XXI veka: traditsii, innovatsii i priority*. 2019;87:370-1.
  22. Didigova LA, Yalkhoroeva MA, Shadieva AI, Martazanova RM, Salamov AM. Soderzhanie ftora i yoda v vodnykh ob'ektakh Respubliki Ingushetiya [Fluorine and iodine content in water bodies of the Republic of Ingushetia]. *Vestnik TGU. Seriya: estestvennyye i tehnichekkiye nauki*. 2014;19(5):1675-8.
  23. Yalalova MM, Serdyuk AI. Vliyaniye PAV na vybrosy ftoridov s poverkhnosti borftoristovodorodnogo elektrolita dlya pererabotki svintsovyykh akkumulyatorov [Influence of PA on fluoride emissions from the surface of hydrofluoride electrolyte for processing lead batteries]. *Vestnik Donbasskoy natsional'noy akademii stroitel'stva i arhitektury*. 2018;5:37-41.
  24. Ivanov AV, Tafeyeva EA, Davletova NH, Vavashkin KV. Sovremennyye predstavleniya o vliyaniy kachestva pit'evoy vody na sostoyaniye zdorov'ya naseleniya [Modern ideas about the impact of drinking water quality on the health of the population]. *Voda: kimiya i ekologiya*. 2012;3:48-53.
  25. Smith GE. Fluoride, teeth and bone. *Med J Aust*. 1985;143(7):283-6.
  26. Yusupov ZYA, Babaev AB, Ashurov GG. O vliyaniy tekhnogennykh faktorov proizvodstvennoy i okruzhayushchey sredy na rasprostranennost' i strukturu patologii zubochelyustnoy sistemy [On the influence of industrial and environmental technogenic factors on the prevalence and structure of the pathology of the dentoalveolar system]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2017;19(2):261-5. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-2-261-265>
  27. Azonov DA. Soderzhanie ftoridov v probakh produktov rasteniyevodstva, v kormakh, vode i pochve otobrannykh v razlichnykh regionakh Khatlonskoj oblasti [Fluoride content in samples of crop products, in feed, water and soil taken in different regions of the Khatlon region]. *Voprosy pitaniya i regulyatsiya gomeostaza*. 2008;9:181-4.
  28. Aliev SP, Babaev II, Sattarova MKh. Sutochnoye potrebleniye ftora shkol'nikami nekotorykh regionov Sogdiyskoj oblasti Respubliki Tadjikistan [Daily fluoride consumption by schoolchildren in some regions of the Sughd region of the Republic of Tajikistan]. *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya*. 2015;3(3):45-9.
  29. Azimov GD. Sanitarno-gigienicheskaya otsenka poverkhnostnykh vodoyomov Tadjikistana [Sanitary and hygienic characteristics of surface water bodies of Tajikistan]. *Zdravookhraneniye Tadjikistana*. 2016;3:87-91.
  30. Nechaev VS, Saurina OS. Pervichnaya mediko-sanitarnaya pomoshch' i osobennosti pit'evogo vodosnabzheniya naseleniya [The primary medical sanitary care and characteristics of drinking water supply of population]. *Problemy sotsial'noy gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2016;24(2):95-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/0869-866X-2016-24-2-95-97>
  31. Fayzuloev NF, Khodjaeva NM. O kachestvakh i svoystvakh vody v "Kanone vrachebnoy nauki" Abuali ibn Sino [About qualities and properties of water in the "The Canon of Medicine" of Abuali ibn Sino]. *Vestnik Akademii meditsinskiykh nauk Tadjikistana*. 2017;2:98-103.
  32. Nuruzova ZA, Nurullaeva Sh. Rezistentnost' k antibiotikam *E. coli*, vstrechayushchikhsya v otkrytykh vodoyomakh [The resistance of *E. coli* to antibiotics in the open water bodies]. *Biologiya i integrativnaya meditsina*. 2019;1:5-13.
  33. Poddubnyy MV. Problemy sanitarnoy okhrany okruzhayushchey sredy v SSSR v period pervykh pyatiletok (1930-e gody) [The problems of sanitary safety of environment in the USSR during the first five-year plans period in 1930s]. *Problemy sotsial'noy gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2020;28(6):1391-4. Available from: <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-6-1391-1394>
  34. Bogomolova SS. Kliniko-laboratornaya otsenka lecheniya kariesa v zubakh s flyuorozom v detskom vozraste [Clinical and laboratory evaluation of the treatment of dental caries in teeth with fluorosis in childhood]. *Institut stomatologii*. 2011;1:104-6.
  35. Maslak EE. Rasprostranennost' kariesa zubov i sovremennyye napravleniya profilaktiki kariesa [The prevalence of dental caries and modern trends in the prevention of caries]. *Meditsinskiy alfavit*. 2015;1(1):28-31.

36. Филов ВА. (ред.) *Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп. Справочное издание.* Ленинград, СССР: Химия, Ленинградское отделение. 1989. 592 с.
36. Filov VA. (red.) *Vrednye khimicheskie veshchestva. Neorganicheskie soedineniya elementov V-VIII grupp [Harmful chemicals. Inorganic compounds of elements of V-VIII groups]. Spravochnoe izdanie.* Leningrad, USSR: Khimiya, Leningradskoe otdelenie; 1989. 592 p.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Эгамназаров Хусейн Назарович**, ассистент кафедры гигиены окружающей среды, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

Researcher ID: AAI-1029-2019

Scopus ID: 57204021572

ORCID ID: 0000-0002-5115-0370

SPIN-код: 1702-6087

E-mail: kh.egamnazarov@gmail.com

**Алиев Самардин Партоевич**, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт профилактической медицины

Researcher ID: AAZ-4819-2020

ORCID ID: 0000-0002-4904-1669

SPIN-код: 2718-2159

E-mail: asamardin@mail.ru

### Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получили

**Конфликт интересов:** отсутствует

### АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

**Эгамназаров Хусейн Назарович**

ассистент кафедры гигиены окружающей среды, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 139

Тел.: +992 (918) 795321

E-mail: kh.egamnazarov@gmail.com

#### ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: БИИ, АСП

Сбор материала: ЭХН, БИИ

Статистическая обработка данных: ЭХН

Анализ полученных данных: ЭХН, БИИ, АСП

Подготовка текста: ЭХН, АСП

Редактирование: БИИ

Общая ответственность: ЭХН

Поступила 07.08.20

Принята в печать 25.06.21

### AUTHOR INFORMATION

**Egamnazarov Khuseyn Nazarovich**, Assistant of the Department of Environmental Health, Avicenna Tajik State Medical University

Researcher ID: AAI-1029-2019

Scopus ID: 57204021572

ORCID ID: 0000-0002-5115-0370

SPIN: 1702-6087

E-mail: kh.egamnazarov@gmail.com

**Aliev Samardin Partoevich**, Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher, Scientific Research Institute of Preventive Medicine

Researcher ID: AAZ-4819-2020

ORCID ID: 0000-0002-4904-1669

SPIN: 2718-2159

E-mail: asamardin@mail.ru

### Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from companies manufacturing medications and medical equipment

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest

### ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

**Egamnazarov Khuseyn Nazarovich**

Assistant of the Department of Environmental Health, Avicenna Tajik State Medical University

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 139

Tel.: +992 (918) 795321

E-mail: kh.egamnazarov@gmail.com

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: BII, ASP

Data collection: EKHN, BII

Statistical analysis: EKHN

Analysis and interpretation: EKHN, BII, ASP

Writing the article: EKHN, ASP

Critical revision of the article: BII

Overall responsibility: EKHN

Submitted 07.08.20

Accepted 25.06.21