

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-3-82-87  
УДК 616.314-053.2:577.1-005.931:574.2

## СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Саматова Р. З.

*Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия*

### Аннотация

Антропогенная нагрузка значительно влияет на организм человека. Принято считать, что дети, из-за высокой скорости метаболических процессов, наиболее восприимчивы к воздействиям урбоэкосистемы. Неблагоприятные экологические факторы оказывают влияние на здоровье детей, в том числе стоматологическое. Тяжелые металлы имеют свойства накапливаться в организме человека, а именно в костях, волосах, ногтях, зубах. Это может послужить индикатором техногенной нагрузки на организм. Процесс созревания эмали зубов тесно связан с поступлением минеральных компонентов в организм ребенка.

**Цель работы** — сравнительный анализ стоматологического статуса и минерального состава твердых тканей зубов у детей при разном уровне антропогенной нагрузки.

**Материал и методы.** С помощью основных и дополнительных методов обследования проведен и описан сравнительный анализ стоматологического статуса детей младшего школьного возраста. С помощью атомно-эмиссионной спектроскопии изучен минеральный состав твердых тканей зубов исследуемых детей.

**Результаты.** Установлено, что у детей в районе с высокой антропогенной нагрузкой выше значение распространенности кариеса зубов и наличие системной гипоплазии эмали постоянных зубов. Также у этих детей определялась сравнительно низкая кариесрезистентность эмали и содержание микро- макроэлементов в твердых тканях зубов.

**Выводы.** Для изучения стоматологической заболеваемости у детей младшего школьного возраста при разной антропогенной нагрузке необходимо проводить полное обследование, включая основные и дополнительные методы исследования. Также рекомендованы лабораторные методы обследования, а именно определение минерального состава твердых тканей зубов.

**Ключевые слова:** кариес, антропогенная нагрузка, минеральный состав зубов, атомно-эмиссионная спектроскопия, профилактика кариеса зубов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Равиля Зиннуровна САМАТОВА ORCID ID 0000-0002-9549-2911

*Ассистент, кафедра стоматологии детского возраста, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия*  
ravilya777@mail.ru

Адрес для переписки: Равиля Зиннуровна САМАТОВА

420043, г. Казань, ул. Калинина 32-14  
ravilya777@mail.ru

Образец цитирования:

Саматова Р. З. СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ  
ЗУБОВ У ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ. 2021; 3: 82-87.

© Саматова Р. З., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-3-82-87

Поступила 12.09.2021. Принята к печати 24.10.2021

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-3-82-87

## **DENTAL STATUS AND MINERAL COMPOSITION OF DENTAL TISSUES IN CHILDREN DEPENDING ON THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC LOAD**

**Samatova R.Z.**

*Kazan State Medical University, Kazan, Russia*

### **Annotation**

Anthropogenic load significantly affects the human body. It used to think that children, due to the high metabolism, are most susceptible to the effects of the urban ecosystem. Unfavorable environmental factors affect children's health, including dental health. Heavy metals tend to accumulate in the human body, namely in bones, hair, nails, and teeth. This can serve as an indicator of the technogenic load on the body. The process of maturation of tooth enamel is closely related to the intake of mineral components into the child's body.

**The aim of the work** is a comparative analysis of the dental status and mineral composition of hard dental tissues in children at different levels of anthropogenic load.

**Material and methods.** With the help of basic and additional examination methods, a comparative analysis of the dental status of primary school children was carried out and described. Using atomic emission spectrometry, the mineral composition of the hard tissues of the teeth of the children under study was studied.

**Results.** It was found that in children in an area with a high anthropogenic load, the prevalence of dental caries and the presence of systemic hypoplasia of the enamel of permanent teeth are higher. Also, these children showed a relatively low caries resistance of the enamel and the content of micro-macroelements in the hard tissues of the teeth.

**Conclusions.** To study dental morbidity in children of primary school age at different anthropogenic loads, it is necessary to carry out a complete examination, including basic and additional research methods. Also, laboratory methods of examination are recommended, namely, the determination of the mineral composition of the hard tissues of the teeth.

**Keywords:** *caries, anthropogenic load, mineral composition of teeth, atomic emission spectrometry, prevention of dental caries*

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

**Ravilya Z. SAMATOVA** ORCID ID 0000-0002-9549-2911

*Assistant, Department of Pediatric Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
ravilya777@mail.ru*

**Correspondence address: Ravilya Z. SAMATOVA**

*420043, Kazan, Kalinina street 32-14  
ravilya777@mail.ru*

### **For citation:**

*Samatova R.Z. DENTAL STATUS AND MINERAL COMPOSITION OF DENTAL TISSUES IN CHILDREN DEPENDING ON THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC LOAD. Actual problems in dentistry. 2021; 3: 82-87. (In Russ.)*

© Samatova R.Z., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-3-82-87

Received 12.09.2021. Accepted 24.10.2021

### Актуальность

Высокие показатели стоматологической заболеваемости детей в разных регионах диктуют необходимость ее комплексного изучения с учетом факторов риска. В специальной литературе часто можно встретить вопросы о влиянии неблагоприятных экологических факторов на здоровье детей, в том числе на их стоматологический статус [3, 5-7].

Организм человека взаимосвязан с окружающей средой как часть биологической системы. Именно поэтому нарушение экологического равновесия, вследствие воздействия на окружающую среду самого человека, оказывает неблагоприятное влияние на организм в целом [4, 11-13]. Особенно чутко на антропогенную нагрузку реагирует детский организм [1, 10]. Это связано с его особенностями: ускоренным процессом метаболизма, большей потребностью в употреблении пищи, воды и воздуха относительно массы тела, высокой проницаемостью кожных покровов, менее развитым метаболическим процессом выведения токсических химических веществ [17]. Биологические материалы, такие как кровь, моча, волосы, ногти, зубы, могут служить диагностическим биосубстратом для выявления содержания токсических химических веществ [19]. Их исследование дает возможность оценить длительную экспозицию загрязнения токсическими химическими веществами. Также эти биомаркеры, независимо от источника поступления в организм, являются единой характеристикой, обобщающей многосредовое воздействие химических веществ. Для исключения артефактов в научно-исследовательской работе немаловажным фактором является отсутствие у детей вредных привычек и профессиональных заболеваний [2, 9, 16].

Кумулятивное влияние неблагоприятных факторов способствует развитию кариеса. Минеральный состав твердых тканей зубов также играет большую роль в проницаемости эмали. Недостаток кальция может привести к нарушению формирования строения эмали и снижению ее резистентности, что вызывает процесс деминерализации. Дефицит йода отражается в деятельности щитовидной железы, что может привести к нарушению функций одонтобластов и формированию кариесвосприимчивости эмали зубов. Нарушение баланса минерального состава твердых тканей зубов оказывает влияние на степень усвоения токсических химических элементов [8, 14, 15, 18, 20].

**Цель исследования** — провести сравнительный анализ стоматологического статуса и минерального состава твердых тканей зубов детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в регионах с разным уровнем антропогенной нагрузки.

### Материал и методы

Нами проведено комплексное исследование стоматологического статуса 220 детей младшего школьного возраста. Исследование проводилось в Республике Татарстан, в городах Нижнекамск и Лаишево. В городе Нижнекамске расположено более 30 крупных химических предприятий, а в городе Лаишево действуют, в основном, предприятия сельскохозяйственной промышленности. Объектом исследования были дети младшего школьного возраста г. Нижнекамска — 140 детей, г. Лаишево — 80 детей. Все исследование было одобрено локально-этическим комитетом ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава Российской Федерации.

В исследование были включены дети 7-8 лет, родившиеся и проживающие в выбранных регионах, чьи родители или их законные представители дали информированное согласие на участие детей в исследовании.

Стоматологическое обследование включало в себя общий осмотр лица, каймы губ, оценка состояния слизистой оболочки рта, твердых тканей зубов, определение индекса интенсивности и распространенности кариеса зубов. Осмотр проводился с помощью стандартного стоматологического набора инструментов: зонд, зеркало, пинцет.

Также нами был определен уровень гигиены полости рта по упрощенному индексу Грина-Вермилльона; оценена микрокристаллизация ротовой жидкости по методике П. А. Леуса (1977) по 5-балльной шкале с использованием микроскопа «Биолам» при 400-кратном увеличении, изучены pH ротовой жидкости и кариесрезистентность эмали зубов по методике авторов В. Р. Окушко, Л. И. Косаревой, И. К. Луцкой (1984), проведена электрометрия эмали зубов с помощью аппарата ДентЭст (ЗАО «Гео-софтДент», Россия) (исследованы режущий край и экватор постоянного резца верхней челюсти, бугор и экватор постоянного первого моляра нижней челюсти). Проведена атомно-эмиссионная спектрометрия твердых тканей зубов (аппарат Спектрограф ДФС-458, в АО «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» в г. Казань). Сущность метода заключалась в испарении пробы в дуге электрического тока. Получаемый луч проходил через дифракционную решетку 1800 штрихов на мм и раскладывался в спектр в диапазоне длин волн от 2300 до 3500 нм. Каждый атом садился на свою длину волны. Определялась концентрация элемента при существующей зависимости плотности почернения линии от содержания данного элемента.

Данные вносили в таблицы Excel, обрабатывали с помощью программы Statistica 10, для оценки достоверности использовали t-критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни. Критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05.

## Результаты и их обсуждение

По данным нашего исследования, распространенность кариеса постоянных зубов у детей г. Нижнекамска составила  $66,42\% \pm 1,57$ , а распространенность кариеса временных зубов —  $95,71\% \pm 2,96$ . Интенсивность кариеса постоянных (КПУ) зубов была  $1,63 \pm 1,57$  ( $p = 0,007$ ), а временных (кп) —  $5,32 \pm 2,96$  ( $p = 0,74$ ). В г. Лаишево распространенность кариеса постоянных зубов (КПУ) составила  $61,25\% \pm 1,16$ , временных зубов (кп) —  $91,25\% \pm 2,84$ , интенсивность кариеса постоянных зубов —  $1,12 \pm 1,16$  ( $p = 0,007$ ), а временных —  $5,18 \pm 2,84$  ( $p = 0,74$ ).

Системная гипоплазия эмали постоянных зубов встречалась в 10 раз чаще у детей, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске. У детей из Нижнекамска она составила 26,42%, а из Лаишево — 2,5% ( $p < 0,001$ ).

Индекс гигиены полости рта детей, родившихся и проживающих в выбранных регионах, показал неудовлетворительный уровень. У детей, проживающих в г. Нижнекамске, индекс гигиены был равен  $1,96 \pm 0,91$ , у детей из г. Лаишево —  $2,69 \pm 0,54$  ( $p < 0,001$ ). pH ротовой жидкости у детей г. Нижнекамска составил  $6,30 \pm 0,48$  балла, у детей г. Лаишево —  $5,53 \pm 0,64$  балла ( $p < 0,001$ ). Микрокристаллизация ротовой жидкости у детей, проживающих в г. Нижнекамске, была ниже, чем у детей в г. Лаишево ( $p < 0,001$ ).

Оценка кислотоустойчивости эмали детей, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, ниже, чем у детей из г. Лаишево. Это может свидетельствовать о низкой минерализации эмали зубов детей, живущих при более высокой антропогенной нагрузке: 8-9 баллов (очень низкая кариесрезистентность) составила 7,8%; 6-7 баллов (низкая кариесрезистентность) больше в 2,76 раза. У детей, родившихся и проживающих при более низкой антропогенной нагрузке: 1-3 балла (высокая кариесрезистентность), больше в 1,32 раза ( $p = 0,03$ ). На рис. 1 показана сравнительная характеристика кислотоустойчивости эмали у детей в выбранных районах.

Результаты электрометрической диагностики твердых тканей зубов показали различие в разных анатомических точках, а именно у режущего края резцов, экватора резцов и первых моляров, бугра первых моляров. Также показания различаются в зависимости от групповой принадлежности зуба, что говорит о разной степени минерализации этих участков. Большие величины электрического сопротивления отмечались в области бугров первых моляров обследуемых детей ( $p < 0,05$ ).

Показатели электропроводности твердых тканей постоянных зубов оказались выше у детей, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, по сравнению с детьми, родившимися и проживающими в г. Лаишево ( $p < 0,05$ ). В табл. 1 представлены пока-

затели электропроводности твердых тканей постоянных зубов у детей в исследуемых городах.

Таблица 1  
Показатели электропроводности твердых тканей постоянных зубов у детей при разном уровне антропогенной нагрузки

Table 1. Indicators of electrical conductivity of hard tissues of permanent teeth in children at different levels of anthropogenic load

№	Исследуемые точки	г. Нижнекамск, мкА	г. Лаишево, мкА	p
1	Экватор 1.1 зуба	$0,17 \pm 0,09$	$0,14 \pm 0,06$	0,003
2	Режущий край 1.1 зуба	$0,24 \pm 0,09$	$0,23 \pm 0,08$	0,43
3	Экватор 4.6 зуба	$0,36 \pm 0,22$	$0,33 \pm 0,23$	0,25
4	Бугор 4.6 зуба	$0,56 \pm 0,25$	$0,49 \pm 0,25$	0,04

По данным атомно-эмиссионной спектроскопии у детей, проживающих в г. Нижнекамске, в твердых тканях зубов содержание макроэлементов Са в 1,12 раз, Mg в 1,8 раз меньше по сравнению с детьми, проживающими в г. Лаишево. Содержание микроэлементов у детей, проживающих в г. Нижнекамске, в твердых тканях зубов: Fe в 8 раз, Zn в 1,65 раз, Mn в 1,3 раза,



Рис. 1. Оценка кислотоустойчивости эмали у детей младшего школьного возраста при различном уровне антропогенной нагрузки

Fig. 1. Evaluation of acid resistance of enamel of primary school age at different levels of anthropogenic load

Таблица 2

Минеральный состав твердых тканей временных зубов у детей, родившихся и проживающих в выбранных городах

Table 2. Mineral composition of hard tissues of deciduous teeth in children born and living in selected cities

№	Химические элементы	г. Нижнекамск		г. Лаишево		p
		мг/кг	Медиана [Min;Max]	мг/кг	Медиана [Min;Max]	
1	Ca	251428,5	280000[100000;320000]	282000	280000[250000;320000]	0,77
2	Mg	12428,8	12000[5000;20000]	22400	21000[12000;28000]	0,006
3	Na	3685,7	3500 [800; 6500]	3020	2800 [500; 3500]	0,24
4	Fe	8,5	8,0 [3,0; 30,0]	68	80,0 [50,0; 80,0]	<0,001
5	Mn	4,5	3,0 [1,0; 10,0]	6	5,0 [0,0; 10,0]	0,83
6	Zn	120	120,0 [80,0; 140,0]	198	140,0 [120,0; 450,0]	0,02
7	Si	60,2	5,0 [3,0; 500,0]	72	20,0[10,0;35000,0]	0,14
8	Cu	1,82	0,4 [0,0; 8,0]	3,5	4,0 [0,5; 8,0]	0,05
9	Mo	-		0,46		
10	Sr	268,57	250,0[80,0;850,0]	180	150,0[100,0;250,0]	0,12
11	B	41,42	43,5 [28,0; 52,0]	19,6	15,0 [12,0; 35,0]	0,001
12	Ni	0,21		-		
13	Sb	4,2		-		
14	Al	32,85	5,0 [3,0; 300,0]	9	6,5 [1,0; 3000,0]	0,67
15	As	1,57	0,0 [0,0; 8,0]	1,2	2,0 [0,0; 4,0]	0,55
16	Sr	289,57	250,0 [80,0; 850,0]	180	150,0 [100,0; 250,0]	0,12
17	Sn	12,57		-		

Si в 1,2 раз и Cu в 1,92 раз меньше по сравнению с данными детей, проживающих в г. Лаишево. У детей, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, в твердых тканях зубов было выявлено содержание токсических химических элементов — Ni (0,21мг/кг), Sb (4,28мг/кг), Sn (12,57мг/кг); содержание Al в 3,65 раза, As в 1,3 раза, Sr в 1,6 раза больше, чем у детей, проживающих в г. Лаишево. В табл. 2 представлен минеральный состав твердых тканей временных зубов у детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в выбранных городах.

### Заключение

В процессе стоматологического обследования выявлено, что у детей младшего школьного возраста в районе с повышенной антропогенной нагрузкой наблюдается более высокая интенсивность кариеса зубов. Интенсивность кариеса постоянных (КПУ) зубов у детей, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, составила  $1,63 \pm 1,57$ , у детей из г. Лаишево —  $61,25\% \pm 1,16$ , ( $p = 0,007$ ). Системная гипоплазия эмали зубов у детей, проживающих в г. Нижнекамске, составила 26,42%, в г. Лаишево — 2,5% ( $p < 0,001$ ).

Оценки кариесрезистентности эмали и электропроводности зубов показали более высокие значения у детей, родившихся и проживающих в районе с повышенной техногенной нагрузкой, что свидетельствует о меньшей минерализации твердых тканей зубов этих

детей. Наибольшие показатели электропроводности наблюдались на буграх первых моляров нижней челюсти у детей, проживающих в г. Нижнекамске, и составили  $0,56 \pm 0,25$ ; у детей, проживающих в г. Лаишево —  $0,49 \pm 0,25$  ( $p = 0,04$ ).

В результате лабораторных исследований выявлено повышенное содержание в твердых тканях временных зубов токсических химических веществ и металлов, таких как Ni, As, Al, Sn, Sb, Sr у детей, родившихся и проживающих в районе с более высокой антропогенной нагрузкой. У детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в районе с пониженной антропогенной нагрузкой, в твердых тканях временных зубов наблюдалось увеличение концентрации кариесстатических элементов, таких как Ca, Mg, Zn.

### Вывод

Для изучения стоматологической заболеваемости у детей младшего школьного возраста при разной антропогенной нагрузке необходимо использовать не только основные методы обследования, но и дополнительные, включая лабораторные с определением минерального состава твердых тканей зубов. Определив уровень минерализации и минерального состава твердых тканей зубов, врач-стоматолог может подобрать наиболее эффективные лечебно-профилактические средства.

Литература/References

1. Васильев В.В., Перекусихин М.В., Корочкина Ю.В. Влияние экологических и социально-гигиенических факторов на состояние здоровья детей школьного возраста. Гигиена и санитария. 2016;8:760-764. [V.V. Vasiliev, M.V. Perekusikhin, Yu.V. Korochkina. Influence of ecological and social-hygienic factors on the state of health of schoolchildren. Hygiene and Sanitation. 2016;8:760-764. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-958-760-764>
2. Григорьева А.А., Миронова Г.Е., Олесова Л.Д. и др. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды в условиях криолитозоны. Проблемы региональной экологии. 2018;6:51-58. [A.A. Grigorieva, G.E. Mironova, L.D. Olesova et al. Heavy metals as a factor of environmental pollution in permafrost conditions. Regional ecology problems. 2018;6:51-58. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-16051>
3. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. и др. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами. Гигиена и санитария. 2017;1:26-29. [O.V. Dolgikh, A.V. Krivtsov, O.A. Bubnova et al. Analysis of indicators of the immune status in children under conditions of aerogenic exposure to metals. Hygiene and sanitation. 2017;1:26-29. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-26-29>
4. Исмагилов О.Р., Шулаев А.В., Старцева Е.Ю. и др. Стоматологическая заболеваемость детей школьного возраста. Проблемы стоматологии. 2020;15(4):140-148. [O.R. Ismagilov, A.V. Shulaev, E.Yu. Startseva et al. Dental morbidity in school-age children. Actual problems in dentistry. 2020;15(4):140-148. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-4-140-148>
5. Молвинских В.С., Белоконова Н.А., Еловицова Т.М. и др. Клинико-экспериментальное обоснование выбора зубных паст на основании мониторинга состава ротовой жидкости у жителей экологически неблагоприятных районов. Проблемы стоматологии. 2019;15(1):33-37. [V.S. Molvinskikh, N.A. Belokonova, T.M. Elovikova et al. Kliniko-experimental substantiation of the choice of toothpastes on the basis of monitoring the composition of the oral fluid in residents of ecologically unfavorable areas. Actual problems in dentistry. 2019;15(1):33-37. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-1-33-37>
6. Петрова П.Г., Борисова Н.В., Маркова С.В. и др. Влияние экологических факторов среды на состояние здоровья детей города Якутска. Вестник Северо-Восточного федерального университета. Серия: Медицинские науки. 2016;2:12-18. [P.G. Petrova, N.V. Borisova, S.V. Markova et al. Influence of environmental factors of the environment on the state of health of children in the city of Yakutsk. Bulletin of the North-Eastern Federal University. Series: Medical Sciences. 2016;2:12-18. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26538510>
7. Саматова Р.З., Сафина Р.М., Ахметова Г.М. Оценка карнеспрофилактической эффективности средств гигиены полости рта на основе гидроксипаптата. Стоматология детского возраста и профилактика. 2019;19;4(72):11-14. [R.Z. Samatova, R.M. Safina, G.M. Akhmetova. Evaluation of caries prophylactic efficacy of oral hygiene products based on hydroxycarbonate. Pediatric dentistry and prevention. 2019;19;4(72):11-14. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2019-19-4-11-14>
8. Скрипкина Г.И., Екимов Е.В., Митяева Т.С. Минерализующий потенциал ротовой жидкости в детском возрасте. Стоматология детского возраста и профилактика. 2019;3:47-52. [G.I. Skripkina, E.V. Ekimov, T.S. Mityaeva. Mineralizing potential of oral fluid in childhood. Pediatric dentistry and prevention. 2019;3:47-52. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2019-19-3-47-51>
9. Сетко Н.П., Мустафин И.Т. Особенности элементного баланса у детей с экологически детерминированной стоматологической заболеваемостью. Здоровье населения и среда обитания. 2021;1:44-48. [N.P. Setko, I.T. Mustafin. Features of the elemental balance in children with environmentally determined dental morbidity. Public health and environment. 2021;1:44-48. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-44-48>
10. Скульская С.В., Вербицкая Т.Г., Денга О.В. Вероятность развития стоматологической патологии у детей, проживающих в зонах различной антропогенной нагрузки на основе молекулярно-генетической оценки маркеров метаболизма соединительной ткани COL2A1 и MMP9. Вісник стоматології. 2020;1:12-17. [S.V. Skulskaaya, T.G. Verbitskaaya, O.V. Money. The likelihood of developing dental pathology in children living in zones of various anthropogenic loads based on molecular genetic assessment of connective tissue metabolism markers COL2A1 and MMP9. Bulletin of dentistry. 2020;1:12-17. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2020-35-1-12-17>
11. Хайдаров А.М., Дусмухамедов Э.Х., Шорустамова Г.Т. и др. Загрязнение окружающей среды и ее негативное воздействие на здоровье детского населения. Stomatologiya. 2017;4:8-11. [A.M. Khaidarov, E.Kh. Dusmukhamedov, G.T. Shorustamova et al. Environmental pollution and its negative impact on the health of the children's population. Stomatologiya. 2017;4:8-11. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37055935>
12. Хамадеева А.М., Ногина Н.В., Лучшева Л.Ф., Баймуратова Л.Р. Особенности стоматологического здоровья детей в регионе с неблагоприятной экологической ситуацией на примере г. Чапаевска Самарской области. Дальневосточный медицинский журнал. 2018;1:67-72. [A.M. Khamadeeva, N.V. Nogina, L.F. Luchsheva, L.R. Baimuratova. Features of dental health of children in a region with an unfavorable environmental situation on the example of the city of Chapaevsk, Samara region. Far Eastern Medical Journal. 2018;1:67-72. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=34869074>
13. Яценко А.К., Транковская Л.В., Первов Ю.Ю. и др. Исследование влияния факторов риска на прорезывание постоянных зубов у детей г. Владивостока. Проблемы стоматологии. 2019;4:170-176. [A.K. Yatsenko, L.V. Trankovskaya, Yu. Pervov et al. Study of the influence of risk factors on the eruption of permanent teeth in children of Vladivostok. Actual problems in dentistry. 2019;4:170-176. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-4-170-176>
14. Abou Neel E.A., Aljabo A., Strange A. et al. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone // Int. J. Nanomedicine. – 2016;11:4743-4763. <https://dx.doi.org/10.2147%2FIJN.S107624>
15. Gemmel A., Tavares M., Alperin S. et al. Blood lead level and dental caries in school-age children // Environ Health Perspect. – 2002;110:A625. <https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.021100625>
16. Lešić S., Dukić W., Šapro Kriste Z. et al. Caries prevalence among schoolchildren in urban and rural Croatia // Cent. Eur. J. Public Health. – 2019;27;3:256-262. <http://doi.org/10.21101/cejph.a5314>
17. Prodana M., Meghea A., Stanciu G. et al. Aspects of correlation between the surface analysis and heavy metal content in temporary teeth from areas with various pollution levels of Romania // International Journal of Environmental Science and Development. – 2010;1;1:47-52. <http://dx.doi.org/10.7763/IJESD.2010.V1.10>
18. Sereida G., VanLaecken A., Turner J.A. Monitoring demineralization and remineralization of human dentin by characterization of its structure with resonance-enhanced AFM-IR chemical mapping, nanoindentation, and SEM // Dent. Mater. – 2019;35;4:617-626. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.02.007>
19. Shishniashvili, T.E. Primary Teeth and Hair as Indicators of Environmental Pollution / T.E. Shishniashvili, N.N. Suladze, V.V. Margvelashvili // J. Clin. Pediatr. Dent. — 2016. — Vol. 40, № 2. — P. 152-155. <http://dx.doi.org/10.17796/1053-4628-40.2.152>
20. Wu Y., Jansen E.C., Peterson K.E. et al. The associations between lead exposure at multiple sensitive life periods and dental caries risks in permanent teeth // Sci. Total. Environ. – 2019;654:1048-1055. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.190>