

Дефицит фтора и заболеваемость населения Еврейской автономной области кариесом

© 2012. Н.К. Христофорова^{1,2}, д.б.н., профессор,
О.В. Суриц³, к.б.н., зав. лабораторией, Е.О. Клинская⁴, к.б.н., доцент,
¹Дальневосточный федеральный университет,
²Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН,
³Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Еврейской автономной области»,
⁴Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия,
e-mail: marineecology@rambler.ru, sangilab@mail.ru, klineo@mail.ru

Изучено содержание фтора в питьевых водах Еврейской автономной области (ЕАО), являющейся дефицитной провинцией по ряду элементов. Показано, что средняя концентрация элемента составляет 0,22 мг/дм³, что в 3-5 раз ниже физиологической нормы. Следовые количества фтора обнаружены в Октябрьском районе. Однако по заболеваемости кариесом этот район выглядит одним из лучших. Высказано предположение, что дефицит фтора в Октябрьском районе компенсируется самыми высокими по ЕАО содержаниями кальция и магния в его водах.

The amount of fluoride in drinking water which is deficient in a number of elements is considered in the Jewish Autonomous Region (JAR). It is shown that the average concentration of the element is 0,22 mg/dm³ that is 3-5 times lower than the physiological norm. Trace amounts of fluoride are found in the October region. However, as for the incidence of caries in this area is one of the lowest. It is suggested that lack of fluoride in the October district is compensated by the fact that the content of calcium and magnesium in water there is the highest in the Jewish Autonomous Region.

Ключевые слова: фтор, питьевые воды, кариес, компенсация, кальций и магний

Keywords: fluoride, drinking water, dental caries, compensation, calcium and magnesium

Еврейская автономная область (ЕАО) является биогеохимической провинцией, дефицитной по ряду элементов (I, F, Ca, Mg, Cu, Se, Co). Важнейшие среди них йод и фтор. При этом если о дефиците йода знает практически всё население области, а органы здравоохранения и пищевая промышленность принимают меры по снижению его дефицита, то информация о фторе остаётся прерогативой санитарно-эпидемиологических служб ЕАО и РФ [1 – 5].

Известно, что фтор является химическим элементом, прямо влияющим на здоровье населения. Определённые количества фтора необходимы для оптимальной структуры зубов и костей [6 – 9], для лучшей и своевременной минерализации зубов и костей в ранние годы жизни и для сохранения минерализации костей в старшем возрасте [10, 11].

Главным источником фтора для человека является питьевая вода. Согласно Р. Д. Габовичу и А. А. Минху [6], фтор усваивается из воды на 90–97%. Кроме воды, фтор поступает в организм человека с пищей. Однако пищевые продукты имеют гораздо меньшее значение в обеспечении потребности человека фтором

(из пищи фтор усваивается на 15–20%), поэтому такое большое значение имеет потребление воды с оптимальным содержанием фтора.

Многочисленными экспериментальными исследованиями доказано, что низкое потребление фторидов вызывает возрастающую чувствительность к кариесу зубов [12–17], патологическому процессу, проявляющемуся после прорезывания зубов, при котором происходят деминерализация и размягчение твёрдых тканей зуба с последующим образованием дефекта в виде полости. Кариесвосприимчивость зубной поверхности в том числе зависит и от насыщенности эмали зуба фтором, так как образовавшиеся в результате этого фторопатиты более устойчивы к действию кислот.

В связи с этим целью нашей работы явилось определение содержания фтора в питьевой воде и его роль в заболеваемости населения ЕАО кариесом.

ЕАО расположена в северо-восточной части Евразийского континента и в южной – российского Дальнего Востока, между 47° и 49° с.ш. и 130° и 135° в.д., лежит в бассейне р. Амур (с притоками Бира, Биджан и Тунгуска). На западе она граничит с Амурской

областью, на севере – с Хабаровским краем, на юге по реке Амур – с Китаем. Имеет в своем составе 6 административных территорий, в том числе г. Биробиджан как административный центр.

Рекомендованная ВОЗ оптимальная концентрация фтора в питьевой воде составляет 0,7–1,1 мг/дм³. Верхний предел рекомендуется для жителей холодных районов, нижний – для районов с жарким климатом в связи с потреблением населением больших объемов воды. Концентрация фтора в воде, равная 0,6 мг/дм³, считается минимальным пределом, в то же время с 1,5 мг/дм³ начинается флюороз. Оптимум концентраций фтора в питьевой воде очень узкий и требует постоянного внимания и контроля. В странах с дефицитом фтора в среде кариес охватывает практически все население (92–99%) [18]. Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01, для регионов с умеренным климатом, к которым относится и ЕАО, оптимальной считается концентрация фтора в питьевой воде от 0,8 до 1,2 мг/дм³.

Известно, что половина населения ЕАО использует воду для питья из системы централизованного водоснабжения (скважины), другая половина пользуется источниками нецентрализованного водоснабжения (колодцы, колонки, неглубокие скважины) [19].

В настоящей работе нами использованы результаты исследований питьевой воды области на содержание фтора, кальция, магния и жесткости, в соответствии с СанПиН 2.1.4.1071-01, СанПиН 2.1.4.1175-02 и ГОСТ 2761-84.

В ходе выполнения данной работы отбор, транспортировка и подготовка к хранению проб воды проводились в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000, 51593-2000.

Питьевую воду на содержание фторидов исследовали по ГОСТ 4386-89 фотометрическим методом с лантан-ализаринкомплексом в водной среде, позволяющим провести определение фторид-иона при концентрации от 0,05 до 1,0 мг/дм³ при объеме пробы 25 см³, предел обнаружения 0,04 мг/дм³.

Жесткость в питьевой воде определялась до 01.01.2007 по ГОСТ 4151-72, после 01.01.2007 – по ГОСТ Р 52407-2005.

Содержание кальция находили по ПНД Ф 14.1:2.95-97. Диапазон определяемых концентраций 1,0–100 мг/дм³ без разбавления и концентрирования пробы. Содержание магния определялось расчетным путем.

Данные по содержанию фтора в источниках водоснабжения за последние 5 лет приведены в таблице 1.

Как видно, диапазон средних концентраций фтора в подземных водах находится в пределах 0,12–0,41 мг/дм³ (среднее для всех проб 0,22).

Доля проб со следовыми концентрациями фтора (менее 0,1 мг/дм³) колеблется от 15 до 25%. Пробы с высокими концентрациями фтора единичны (6–7%).

Из всех территорий области наиболее обогащена фтором питьевая вода в Биробиджанском районе – 0,23 мг/дм³, хотя и эта величина далека от необходимого физиологического минимума. Затем по мере убывания средних концентраций фтора следуют питьевые воды Смидовичского (0,18 мг/дм³) и Облученского (0,17 мг/дм³) районов, г. Биробиджана (0,14 мг/дм³) и Ленинского района (0,07 мг/дм³). Минимальные количества фтора выявлены в питьевых водах Октябрьского района (<0,04 мг/дм³).

Исследования, проведенные Р. Д. Габовичем и А. А. Минхом [6], показали, что содержа-

Таблица 1

Содержание фтора в источниках водоснабжения ЕАО

Год	Источник	Количество проб	Концентрация фтора, мг/дм ³		
			минимальная	средняя	максимальная
2006	скважины	112	< 0,04	0,16±0,04	0,67±0,17
	колодцы	8	< 0,04	0,22±0,06	0,99±0,25
2007	скважины	44	< 0,04	0,22±0,06	0,70±0,18
	колодцы	4	0,12±0,03	0,21±0,05	0,37±0,92
2008	скважины	56	< 0,04	0,30±0,08	0,80±0,20
	колодцы	2	0,11±0,03	0,12±0,03	0,12±0,03
2009	скважины	62	< 0,04	0,30±0,08	0,80±0,20
	колодцы	8	< 0,04	0,27±0,07	0,47±0,12
2010	скважины	44	< 0,04	0,22±0,06	0,41±0,10
	колодцы	6	0,12±0,03	0,36±0,09	0,70±0,18
	итого	705	< 0,04	0,22±0,06	0,89±0,22

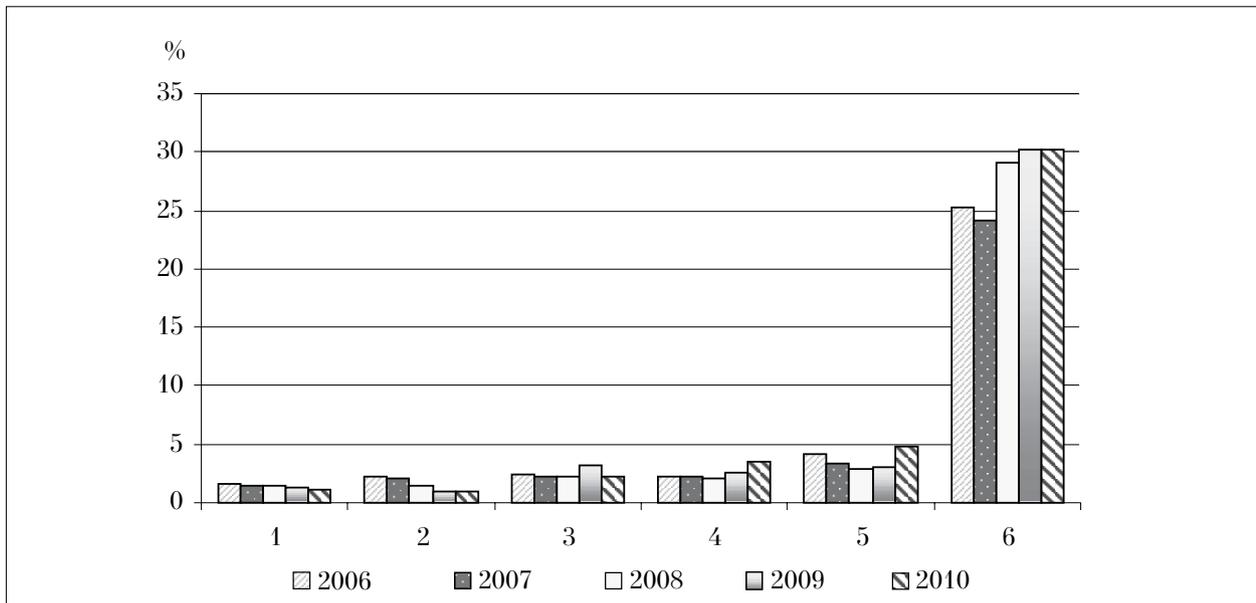


Рис. 1. Удельный вес первичных посещений зубного врача по районам области в 2006–2010 гг. (абсолютное значение посещений, отнесённое к численности населения ЕАО):
 1 – Биробиджанский район, 2 – Октябрьский район, 3 – Ленинский район,
 4 – Смидовичский район, 5 – Облученский район, 6 – г. Биробиджан

ние фтора в питьевой воде до 0,3 мг/дм³ характеризуется как «очень низкая концентрация фтора». При потреблении такой воды активно развивается поражённость зубов кариесом.

В качестве показателя заболеваемости кариесом мы выбрали первичное обращение к стоматологу населения ЕАО.

Согласно средним уровням содержания фтора в питьевых водах автономии можно было ожидать, что в Биробиджанском районе будет сравнительно лучшая ситуация по заболеваемости кариесом, в Октябрьском районе – наихудшая. Однако, как выяснилось при рассмотрении удельного веса первичных посещений зубного врача по районам области в 2006–2010 гг. (абсолютное значение посещений, отнесённое к численности населения

ЕАО), Октябрьский район занимает второе место по заболеваемости после Биробиджанского (где действительно наблюдается наилучшая картина) и выглядит лучше остальных районов – Ленинского, Смидовичского и Облученского (рис. 1).

По-видимому, причина кроется не только в самом большом дефиците фтора. Обратившись к данным по содержанию кальция и магния в воде, а также её жёсткости. По данным таблицы 2 можно видеть, что Октябрьский район отличается наиболее высокими показателями по содержанию Ca²⁺ и Mg²⁺ (21,1 мг/дм³ и 5,0 мг/дм³ соответственно). Концентрация Ca²⁺ в питьевой воде этого района близка к нижнему пределу нормы, а содержание Mg²⁺, равное 5,0 мг/дм³, является ниж-

Таблица 2
 Содержание кальция, магния и жесткость питьевой воды в районах ЕАО (n-количество проб) (2001–2010 гг.)

Район	n	Концентрация					
		Ca ²⁺ , мг/дм ³ (физ. норма 25–130)		Mg ²⁺ , мг/дм ³ (физ. норма 5–65)		Жесткость, мг-экв/дм ³ (физ. норма 1,5–7)	
		интервал	средняя	интервал	средняя	интервал	средняя
Г. Биробиджан	286	4,0–90,7	13,8±3,5	2,4–7,3	3,9±1,0	0,6–2,6	0,7±0,2
Биробиджанский	326	5,6–85,2	18,7±4,7	1,2–8,4	4,8±1,2	0,6–2,0	1,5±0,4
Ленинский	173	5,8–85,2	19,7±4,9	2,9–25,4	4,6±1,2	0,6–4,8	1,2±0,3
Облученский	232	4,1–91,2	14,9±3,7	1,3–9,9	4,1±1,0	0,6–4,7	1,2±0,3
Смидовичский	214	5,9–91,2	20,8±5,2	2,0–9,0	4,7±1,2	0,6–4,7	1,6±0,4
Октябрьский	169	5,7–91,2	21,1±5,3	2,0–9,1	5,0±1,3	0,6–4,3	0,9±0,2
ЕАО (среднегод.)	1400		18,0±4,5		4,5±1,1		1,1±0,3

ней границей физиологического диапазона. Все остальные районы лишь приближаются к этой норме. По-видимому, более высокие концентрации кальция и магния в питьевой воде компенсируют дефицит фтора.

Самая высокая обращаемость к стоматологу наблюдается в столице ЕАО – Биробиджане, что, очевидно, обусловлено как минеральным составом питьевых вод (самые низкие концентрации кальция и магния), так и возможностями медицинского обслуживания, а также большим уровнем образованности населения.

Среди множества функций кальция самыми главными являются формирование костной ткани и минерализация зубов. Магний является важнейшим внутриклеточным элементом, участвующим во множестве обменных процессов, но основная масса магния входит в состав костей и зубов [20, 21].

Таким образом, хотя и считается, что главная причина кариеса – дефицит фтора, результаты нашего исследования показывают, что это справедливо лишь отчасти и проявляется на фоне более низких, чем физиологические нормы, концентраций кальция и магния в питьевой воде.

Любое заболевание является многопричинным и может провоцироваться комплексом факторов. Мы рассмотрели лишь влияние биогеохимической ситуации на заболеваемость населения кариесом. Однако в настоящее время для оценки функционального отклика организма широко используется комплексный подход. Поэтому нами был рассчитан интегральный показатель функционального отклика (ИПФО) организма на воздействие совокупности факторов внешней среды [22]. Он нашёл применение во многих исследованиях, в частности, использован в работах по изучению эколого-гигиенических аспектов распространения онкологических заболеваний в Приморском крае [23], эколого-физиологических характеристик адаптивных реакций организма подростков различных этнических групп [24].

Поскольку среда жизни включает большой набор факторов, мы сгруппировали их в отдельные блоки: климатический, биогеохимический, антропогенный, социально-экономический и рассчитали ИПФО, как характеризующий состояние среды в целом, так и по этим отдельным блокам для 6 административных территорий ЕАО за 10 лет (2000–2009 гг.) (табл. 3). Информация, необходимая для расчета ИПФО, получена из статистических материалов официальной отчётности областного Комитета статистики, Федеральной

службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Еврейской автономной области», официальном сервере «Погода России» и Государственных докладов «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Еврейской автономной области» (2005–2010 гг.)

По современным представлениям [22], относительный градиент функции ИПФО при изменении одного из параметров пропорционален отклонению этого параметра от нормативного показателя (x_{0i}), при котором адаптационные нагрузки на организм наименьшие:

$$K(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \exp\left[-\frac{(x_i - x_{0i})^2}{2nL_i^2}\right],$$

где Π – знак произведения; \exp – знак экспоненциального множителя; $2nL_i^2$ – масштабный множитель; L_i – масштаб допустимых изменений; $K(x_1, \dots, x_n)$ – функция, отражающая отклонения воздействия факторов внешней среды от нормативных; n – количество сомножителей.

Калибровка ИПФО имеет следующие ранги: «Региональная норма»: $0,882 < K(x_1, \dots, x_n) \leq 1$; «Привычные отклонения»: $0,778 < K(x_1, \dots, x_n) \leq 0,882$; «Функциональное напряжение»: $0,606 < K(x_1, \dots, x_n) \leq 0,778$; «Дисфункциональное состояние организма»: $0,367 < K(x_1, \dots, x_n) \leq 0,606$; «Деадаптационное (патологическое) состояние системы» (организма): $K(x_1, \dots, x_n) \leq 0,367$. При $K(x_1, \dots, x_n) = 1$ адаптационные нагрузки минимальны.

Для здоровых людей адаптационные нагрузки, при которых ИПФО лежит в пределах зоны 1 («Региональная норма») или 2 («Привычные отклонения»), обычны. Значения ИПФО, лежащие в зоне 3 («Функциональное напряжение»), сильно отличаются от экологической нормы. В этом случае можно прогнозировать значительное функциональное напряжение систем и функций организма в целом. Для лиц с ослабленным здоровьем и некоторых возрастных групп зоны 4 и 5 являются опасными. Для практически здоровых людей пребывание в измененных экологических условиях со значениями ИПФО $\leq 0,367$ должно быть ограничено во времени и требует специального врачебного контроля [24].

Данные, полученные при расчёте ИПФО организма человека в ЕАО, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оценка качества среды жизни на территории ЕАО с использованием ИПФО

Район	ИПФО				
	общий	климати- ческий	биогеохи- мический	антропо- генный	социально- экономический
г. Биробиджан	0,882	0,921	0,774	0,881	0,954
Биробиджанский	0,922	–	0,892	0,923	0,952
Ленинский	0,929	–	0,891	0,935	0,961
Облученский	0,813	0,663	0,765	0,872	0,953
Октябрьский	0,952	0,992	0,923	0,941	0,952
Смидовичский	0,929	0,984	0,891	0,902	0,941

Как видно, наиболее благоприятными по общему индексу являются Биробиджанский (0,922), Ленинский (0,929), Смидовичский (0,929) и Октябрьский (0,952) районы. При этом наиболее высоким показателем характеризуется Октябрьский район. Более того, этот район выделяется самыми высокими значениями всех остальных показателей за исключением социально-экономического блока. По-видимому, сильный дефицит фтора в питьевой воде, являющийся негативным фактором окружающей среды в этом районе, компенсирован другими факторами, обуславливающими качество жизни.

Частичная компенсация дефицитного фактора или элемента широко известна в экологии организмов. Так, к примеру, недостаток света для растений, уменьшающий интенсивность фотосинтеза, может быть частично компенсирован повышением концентрации углекислого газа в воздухе, также необходимого для фотосинтеза. Широко известно, что при недостатке кальция моллюски используют для построения раковины стронций [25]. Очевидно, дефицит фтора, обеспечивающего здоровье и прочность зубов, также частично компенсируется кальцием и магнием, являющихся главными элементами костей и зубов.

Изучение данных по заболеваемости населения кариесом в Облученском районе показало, что этот район стоит на 2-м месте после Биробиджана, где наблюдается самая высокая заболеваемость (рис. 1). Расчёт ИПФО также объясняет эти результаты: в Облученском районе выявлены самые низкие показатели по биогеохимическому, климатическому, антропогенному и соответственно общему модулям.

Таким образом, для прогноза выявления заболеваемости населения кариесом необходимо учитывать не только уровень содержания фтора в питьевой воде, но и другие факторы, определяющие качество жизни.

В комплексе условий, к которым приспосабливается организм, уровни содержания химических элементов, обеспечивающих его экологические потребности, наряду с климатом и антропогенным воздействием, могут явиться главными экологическими факторами.

Литература

1. Антонова М.С. Экология йод-дефицитных состояний в ЕАО // Здоровье. Медицинская экология. М.: Наука, 2004. Вып. 4. С. 32–39.
2. Суриц О.В. Роль фтора в формировании здоровья населения ЕАО // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2008. № 3 (23). Прил. 2. С. 428.
3. Суриц О.В. Кальций и магний в питьевой воде Еврейской автономной области и заболеваемость населения // Комплексные исследования природной среды в бассейне р. Амур: Материалы межрегиональной конференции. Хабаровск. 2009. С. 53–57.
4. Суриц О.В., Христофорова Н.К. Дефицит кальция и магния в питьевой воде ЕАО и его отражение на заболеваемости населения ЕАО // Экология и безопасность: Матер. 18 междунар. симп. Sunny Beach, Bulgaria, 2009. V. 3. Part 1. С. 50–63.
5. Суриц О.В., Христофорова Н.К. Фтор в питьевой воде ЕАО и заболеваемость населения кариесом // Проблемы региональной экологии. 2008. № 4. С. 199–204.
6. Габович Р.Д., Минх А.А. Гигиенические проблемы фторирования питьевой воды. М: Медицина, 1979. 200 с.
7. WHO. Fluoride // Trace elements in human nutrition and health. Geneva: World Health Organization. 1996. P. 187–195.
8. Авцын А.П., Жаворонков А.А. Патология флюороза. Новосибирск: Наука (Сиб. отд-е), 1981. 330 с.
9. Messer H. H. Fluorine // Biochemistry of the essential ultra trace elements / Ed. by E. Frieden. New York: Plenum Press, 1984. P. 55–87.
10. Szot L., Geisler J. Influence of fluoride ion on the calcification process in rat bone // Acta Biochem. Polon. 1967. V. 14. № 1. P. 11–120.

11. Deshmukh D. S., Merander J. C., Shah B.G. The effect of dietary fluoride on calcium and phosphorus metabolism of rats // *Canad. J. Physiol. A. Pharmac.* 1970. V. 48. P. 503–509.
12. Петрикас А.Ж. Социальные и медицинские аспекты проблемы фторирования питьевой воды: обзор литературы // *Стоматология.* 1981. Т. 60. № 3. С. 87–90.
13. Bawden J.W., McLean P., Deaton T.G. Fluoride uptake retention at various stage of rat molar animal development // *J. Dent. Res.* 1986. V. 65. № 1. P. 34–38.
14. Смоляр Н.И., Мирчук Б.Н. Частота и особенности клинического течения осложненных кариеса у детей в регионе с дефицитом фтора // *Актуальные вопросы эндодонтии: Тр. ЦНИИС/ЦНИИ Стоматология.* М. 1990. С. 80–83.
15. Murray J. J., Rugg-gunn A. J., Jenkin G. N. Fluoride in caries prevention. London: Butterworth – Heinemann. 1991.
16. Белоусов А.В., Ермольев С.Н. Использование соединений фтора в профилактике и лечении заболеваний пародонта у подростков в условиях климата Забайкалья // *Новое в стоматологии.* 1995. Т. 35. № 5. С. 9–12.
17. Быстрых В.В., Боев В.М., Перепелкин С.В. Вопросы оценки риска формирования фторзависимых микроэлементозов // *Гигиена и санитария.* 2002. № 6. С. 64–65.
18. Фтор и фториды: доклад экспертов ВОЗ // *Гигиенические критерии состояния окружающей среды.* Женева: ВОЗ, 1989. 114 с.
19. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Еврейской автономной области в 2008 году». Биробиджан: Управление Роспотребнадзора по Еврейской автономной области. 2009. 110 с.
20. Vormann Ju. Magnesium // *Elements and their compounds in the Environment / Ed. by E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoepller.* Weinheim: WILEY-VCH Verlag Gmbh and Co. KGaA. 2004. V. 2. P. 587–598.
21. Nieves J.W. Osteoporosis: the role of micronutrients // *American Journal of Clinical Nutrition.* 2005. 81:5: P. 1232–1239.
22. Матюхин В.А., Разумов А.Н. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. С. 32–35.
23. Кику П.Ф., Юдин С.В., Жерновой М.В., Веремчук Л.В. Эколого-гигиенические аспекты распространения онкологических заболеваний в Приморском крае // *Гигиена и санитария.* 2007. № 6. С. 30–33.
24. Целых Е.Д. Эколого-физиологическая характеристика особенностей адаптивных реакций структурно-функционального статуса организма подростков различных этнических групп: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Москва. 2009. 40 с.
25. Христофорова Н.К. Основы экологии. Владивосток: Дальнаука. 1999. 516 с.

УДК 570:613:314.02

Экологически обусловленная заболеваемость детского населения Республики Коми

© 2012. В. Г. Зайнуллин, д.б.н., зав. отделом, И. С. Боднар, аспирант,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
e-mail: bodnar@ib.komisc.ru

Исследована динамика экологически обусловленной заболеваемости среди детского населения Республики Коми за период с 1989 по 2009 год. Составлены карты распространённости отдельных патологий по районам республики. Выявлены «территории риска развития экологически обусловленной патологии».

The dynamics of environmentally caused diseases among children of the Komi Republic from 1989 to 2009 was studied. The maps of prevalence of certain pathologies in areas of the republic was drawn. The area of risk for development of environmentally caused diseases is identified.

Ключевые слова: экологически обусловленная заболеваемость, дети, Север России

Keywords: environmentally caused disease, children, Northern Russia

Детское население является наиболее чувствительной частью популяции к воздействию экологических факторов. Это обусловлено ин-
тенсивными процессами роста, незрелостью детского организма, ранним истощением его компенсаторных резервов в ответ на действие