

# ПРОБЛЕМНАЯ СТАТЬЯ

## О КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА АТОМОВИТАМИ

### ESTIMATION CRITERIA OF PROVIDING THE HUMAN ORGANISM WITH TRACE ELEMENTS

**В.Л. Сусликов, Н.В. Толмачёва, В.А. Родионов, В.Н. Демьянова**  
**V.L. Suslikov, N.V. Tolmachyova, V.A. Rodionov, V.N. Demyanova**

Кафедра профилактической медицины, Медицинский институт, Чувашский государственный университет, Московский просп. 45, Чебоксары 428015 Россия.

Department of Preventive Medicine, Medical Institute, Chuvash State University, Moskovsky Avenue 45, Cheboksary 428015 Russia.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атомовиты, микроэлементы, обеспеченность, оптимум, соотношение.

**KEY WORDS:** trace elements, providing, correlation, optimum.

**РЕЗЮМЕ:** Эколого-биогеохимическая характеристика территорий рассматривается в качестве главного объекта исследований для установления объективного критерия обеспеченности организма человека микроэлементами (атомовитами). Приводятся рекомендуемые для нормирования оптимальные уровни и соотношения атомовитов (микроэлементов) в водно-пищевых рационах населения Чувашии.

**ABSTRACT:** Ecological-biogeochemical characteristic of the territories is considered as the main object of the investigations for establishing the objective criterion of providing of the human organism with trace elements. Recommended for rationing optimum levels and correlations of trace elements, in water-food rations of Chuvash population are given.

В качестве критерия обеспеченности птиц микроэлементами (атомовитами) В.И. Георгиевский ещё в 1970 г. предлагал определять концентрацию макро- и микроэлементов в крови, печени и костях. В качестве показателя обеспеченности кобальтом — накопление витамина  $B_{12}$  в печени; уровень гемоглобина в крови как показатель обеспеченности железом, кобальтом, медью. Критериями обеспеченности птиц натрием являются следующие показатели: выживаемость, живой вес, оплата корма, продуктивность и поведение, вес надпочечников и содержание натрия в органах. Основными критериями обеспеченности организма птиц кальцием и фосфором являются: весовой рост, эффективность использования корма, отношение веса кости к весу тела, содержание золы в

сухой обезжиренной большеберцовой кости. Критериями обеспеченности птицы магнием являются показатели привесов, оплаты корма, содержание золы в костях, уровня магния в крови и костной золе. Критериями обеспеченности йодом птиц являются: высокая выводимость яиц, нормальный рост цыплят, своевременное развитие вторичных половых признаков, нормальная гистоструктура щитовидной железы, оптимальная концентрация йода в яйцах. Не перечисляя далее критерии оценки обеспеченности атомовитами организма птиц, приведенные В.И. Георгиевским (1970), следует заметить, что большинство показателей одинаково изменяются как от недостатка, так и от избытка атомовитов в рационе.

При внимательном рассмотрении перечня заболеваний, синдромов и признаков дефицита и избытка микроэлементов, представленных А.П. Авцыным (1991) и А.В. Скальным (Скальный, Кудрин, 2000), можно заметить, что один и тот же элемент способен вызывать как болезни дефицита, так и болезни избытка микроэлементов. Отмеченная особенность действия (атомовитов) микроэлементов вытекает полностью из закона зонального действия атомовитов, в котором зафиксировано закономерное увеличение эффекта действия атомовитов в связи с ростом их концентраций в организме, т.е. от обеспеченности организма человека атомовитами (Сусликов, 2000). Однако, как можно отметить при анализе литературных сведений, обеспеченность организма человека атомовитами оценивалась в одних случаях по уровням содержания их в крови, в моче и в волосах, в других — по уров-

ТАБЛИЦА 1. СРАВНИТЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ АТОМОВИТОВ В ПЛАЗМЕ КРОВИ, МОЧЕ И В ВОЛОСАХ ПО ДАННЫМ РАЗЛИЧНЫХ АВТОРОВ.

Атомовиты	по А.В. Скальному (2000) пределы БДУ			по Л.А. Решетник (2000) Волосы (мкг/г)
	Плазма мкг/л)	Моча (мкг/л)	Волосы мкг/г)	
Алюминий	2,0–10,0	1,0–20,0	1,0–10,0	27,8
Барий	50,0–90,0	1,5–5,0	0,2–1,0	
Хром	0,1–0,5	0,1–1,5	0,1–2,0	1,31
Кобальт	0,05–0,1	0,1–1,0	0,05–0,5	0,36
Железо	0,8–1,4	10,0–25,0	10,0–25,0	33,0
Фтор	5,0–20,0(мг/л)	< 500,0	10,0–200,0	
Йод	50,0–70,0			
Медь	0,75–1,3(мг/л)	2,0–25,0	7,5–20,0	9,31
Марганец	0,3–1,0	0,1–1,5	0,2–1,0	1,4
Никель	0,1–1,0	0,5–2,0	0,1–2,0	0,54
Молибден	0,3–1,2		0,02–2,0	
Селен	60,0–120,0	15,0–45,0	0,7–1,5	2,41
Серебро	0,4–1,2	0,3–1,0	0,005–0,2	
Стронций	20,0–70,0	30,0–250,0	0,5–5,0	
Ванадий	0,015–1,0	0,2–1,0	0,005–0,5	0,27
Цинк	0,7–1,1 (мг/л)	100,0–600,0	100,0–200,0	132,0–192,0
Сурьма		0,05–1,0	0,005–1,0	
Мышьяк		0,5–15,0	0,005–0,1	
Бериллий		0,4–1,0	0,005–0,01	0,6
Свинец		1,0–15,0	0,1–5,0	3,3
Бор			0,1–3,5	
Кадмий		0,03–5,0	0,05–0,25	0,37
Литий		2,0–10,0	0,01–0,25	0,08
Кремний		5,0–25,0 (мг/л)		17,0
Ртуть		0,1–2,0	0,05–1,0	
Золото		0,0001–0,1	0,0005–0,2	
Олово		0,5–1,5	0,05–1,5	1,8

ням содержания в пище. Причем, в качестве “нормального” содержания микроэлементов в биологических средах организма человека были приняты пределы допустимых уровней (БДУ) без определения средних статистических величин и сигмальных отклонений. Первая попытка определения оптимального содержания атомовитов в волосах была предпринята Л.А. Решетник (2000). Автором были установлены средние статистические центильные величины концентраций атомовитов в волосах детей Прибайкалья в возрасте от 1–15 лет и рекомендованы оптимальные (физиологические) значения многих атомовитов в качестве региональной нормы. Таким образом, Л.А. Решетник впервые была определена в качестве критерия оценки обеспе-

ТАБЛИЦА 2. СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В НЕКОТОРЫХ АТОМОВИТАХ ИЗ ФОРМУЛЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПИЩЕВОГО РАЦИОНА.

Атомовит	Потребность (мг)	Атомовит	Потребность (мг)
Кальций	800,0–1000,0	Фосфор	1000,0
Натрий	4000,0–6000,0	Калий	2500,0–5000,0
Магний	400,0	Железо	10,0 для мужчин 18,0 для женщин
Цинк	15,0	Йод	0,15
Фтор	1,5	Фтор в напитках	4,0

Таблица 3. Сравнительные данные разных авторов по косвенному критерию оценки атомовитной обеспеченности организмов.

Атомовиты	А.А. Покровский (мг/сутки)	В.В. Ковальский (мг/кг)	В.В. Ермаков (мг/кг)	ФАО ВОЗ Временные нормативы (мг/кг)	ФАО ВОЗ Безопасные уровни (мг) потребления	Рекомендованные в США для диетического назначения (мг/сутки)
Кальций	дети 400–1200 взрослые 300–1000					800–1200
Фосфор	дети 300–1800 взрослые 450–1200					300–400
Магний	дети 55–300 взрослые 50–400					300–400
Железо	дети 4,0–18,0 взрослые 10,0–20,0	200,0		3,0–50,0		10,0–18,0
Цинк	дети 3,0–15,0 взрослые 5,0–15,0	24,0	30,0–60,0	5,0–40,0		15,0
Йод	дети 0,04–0,13 взрослые 0,03–0,15	0,2	0,2–2,0	0,3–2,0		0,15
Олово				100–200		
Кремний				100		
Алюминий				1,0–30,0		
Марганец		50,0			2,5–5,0	5,0
Медь		6,2	5,0–20,0	0,5–10,0	2,0–3,0	
Фтор			5,0–30,0	2,5–10,0	1,5–4,0	
Молибден		0,9	1,0–3,0		0,15–0,5	
Селен			0,05–1,0	0,05–0,2		
Хром			1,1–1,5	0,1–0,3	0,05–0,2	
Никель			1,1–1,5	0,1–0,5		
Мышьяк			1,1–1,5	0,05–1,0		
Сурьма			1,1–1,5	0,05–0,5		
Свинец			1,1–1,5	0,05–1,0		
Кадмий			1,1–1,5	0,01–0,1		
Ртуть			1,1–1,5	0,05–0,5		
Кобальт		0,32	0,2–1,0			
Бор			1,0–30,0			
Барий			1,1–1,5			
Бериллий			1,1–1,5			

ченности организма детей атомовитами оптимальная их концентрация в волосах детей в возрасте от 1 до 15 лет. Степень дефицита или избытка атомовитов оценивалась автором впоследствии с этими региональными нормативами.

При сравнении рекомендованных в качестве оптимальных региональных норм концентраций атомовитов в волосах с данными А.В. Скального по БДУ (табл. 1) можно заметить весьма существенные различия в показателях по многим атомовитам.

Однако нормативам Л.А. Решетник следует, по-видимому, отдать предпочтение, так как они

были получены при индивидуальной и групповой оценке атомовитной обеспеченности детей в качестве параклинического теста.

ФАО ВОЗ, Е.Л. Hamilton (1981), В.В. Ковальским (1974), А.А. Покровским (1986), В.В. Ермаковым (1999) были предложены косвенные критерии оценки обеспеченности организмов атомовитами исходя из уровней их содержания в рационах. Так, А.А. Покровским были определены оптимальные уровни содержания некоторых атомовитов в суточных пищевых рационах населения различных половозрастных и профессиональных групп (табл. 2).

Следует заметить, что для расчета суточной потребности в атомовитах использовались два показателя: 1) показатель ДСД — допустимая суточная доза, 2) показатель ДСП — допустимое суточное поступление. ДСД определяется величиной максимально допустимого количества атомовита в миллиграммах на килограмм массы тела, ежедневное пероральное поступление которого на протяжении всей жизни человека не окажет неблагоприятного влияния на его жизнедеятельность, здоровье, а также же здоровье будущих поколений. ДСП определяется по величине ДСД, умноженной на массу тела человека.

В.В. Ковальский (1974) рекомендовал в качестве оптимальных концентрации атомовитов в укосах пастбищных трав, выращенных в пределах черноземной зоны РФ, на территории которой не регистрировались какие-либо эндемические нарушения обмена веществ у сельскохозяйственных животных. В.В. Ермаков (1999) определил оптимальные уровни содержания некоторых атомовитов в кормах животных на территориях относительно удовлетворительного экологического состояния. ФАО ВОЗ рекомендует временные гигиенические нормативы и безопасные уровни потребления некоторых атомовитов в качестве косвенного критерия

оценки атомовитной обеспеченности организма человека. Эти данные приведены в табл. 3.

Как видно из данных табл. 3, уровни концентраций элементов, предлагаемые в качестве косвенного критерия оценки обеспеченности организмов атомовитами, неоднозначны и колеблются они в весьма широких пределах.

Определенный интерес представляют данные Е.Л. Hamilton (1981) о содержании атомовитов в суточных пищевых рационах населения различных регионов мира, приведенные в табл. 4.

Как видно из табл. 4, поступление атомовитов с суточным пищевым рационом неодинаково у населения различных стран. Так, в Великобритании потребление с пищей алюминия в 20 раз,

ТАБЛИЦА 4. СОДЕРЖАНИЕ АТОМОВИТОВ В СУТОЧНЫХ ПИЩЕВЫХ РАЦИОНАХ НАСЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ МИРА.

Атомовиты	Единица измерения	Великобритания	США	Индия	Германия
Алюминий	ммоль/сутки	0,085±0,041	1,67		
Серебро	мкмоль/сутки	0,25±0,16	0,65		
Барий	мкмоль/сутки	4,49±1,63	5,46		3,20
Бериллий	мкмоль/сутки	1,66	1,33		
Бром	ммоль/сутки	0,11±0,01	0,09		0,03
Кадмий	мкмоль/сутки	0,57±0,27	1,33		0,44
Кальций	ммоль/сутки	34,9±0,5	27,4	17,7	9,48
Цезий	мкмоль/сутки	0,098±0,053	0,75		0,098
Хлор	моль/сутки	0,15±0,002	0,148		0,126
Хром	мкмоль/сутки	6,15±3,11	2,88	2,88	1,0
Медь	ммоль/сутки	0,049±0,012	0,055	0,091	0,042
Железо	ммоль/сутки	0,417±0,002	0,21–0,28	0,71	0,25
Калий	ммоль/сутки	71,6±0,8	76,7	105,0	61,4
Литий	мкмоль/сутки	24,5±7,6	288,0	14,4	
Магний	ммоль/сутки	10,3±0,8	11,0–14,0	30,4	
Марганец	мкмоль/сутки	49,1±14,6	67,3	151,0	49,1
Молибден	мкмоль/сутки	1,3±0,35	3,13		0,73
Фосфор	ммоль/сутки	61,3±1,0	58,0–84,0	48,0	
Свинец	мкмоль/сутки	1,54±0,73	2,12		
Рубидий	мкмоль/сутки	51,5±17,5	25,7	31,6	22,2
Сера	ммоль/сутки	29,3±2,1	26,5	37,4	
Сурьма	мкмоль/сутки	0,28±0,22	0,41		0,189
Стронций	мкмоль/сутки	9,79±1,64	21,7	45,6	
Таллий	нмоль/сутки	9,78	7,34		
Торий	нмоль/сутки	0,215	12,0		
Титан	мкмоль/сутки	16,7	17,7		
Уран	нмоль/сутки	4,16	7,98		
Цинк	ммоль/сутки	0,218±0,018	0,199	0,246	0,18

лития — в 10 раз, молибдена — в 3 раза ниже, чем в США, стронция — в 4 раза ниже, чем в Индии, хрома — в 6 раз, кальция — в 3 раза выше, чем в Германии.

Несмотря на то, что многие исследователи рекомендуют свои региональные нормативы в качестве косвенного критерия оценки обеспеченности организма человека атомовитами, концентрации которых имеют весьма существенные различия, мы считаем невозможным признать их оптимальными (физиологическими), так как они не сопоставлены с показателями здоровья их населения.

Определённый интерес представляют данные А.В. Скального (2001) о том, что зарубежными учёными (Pais, Jones, 1997) установлены величини-

Таблица 5. Интенсивность поступления различных химических элементов (мг/день), приводящая к интоксикации, дефициту или нормальному их содержанию в организме человека.

Элемент	Дефицит	Оптимум	Порог токсичности
Кадмий	0,0005	0,001–0,005	0,03
Ртуть	0,0005	0,001–0,005	0,05
Алюминий	0,001	0,02–0,1	2,0
Мышьяк	0,001	0,05–0,1	20,0
Хром	0,02	0,05–0,2	5,0
Кобальт	0,01	0,02–0,05	500,0
Йод	0,01	0,1–0,15	5,0
Свинец	0,001	0,01–0,02	1,0
Никель	0,05	0,1–0,2	20,0
Селен	0,005	0,02–0,07	5,0
Фтор	0,1	1,0–3,0	10,0
Литий	10,0	20,0–30,0	200,0
Олово	1,0	2,0–10,0	20,0
Медь	1,0	2,0–3,0	200,0
Железо	1,0	10,0–20,0	200,0
Марганец	1,0	3,0–5,0	40,0
Цинк	1,0	10,0–15,0	600,0
Кремний	5,0	50,0–100,0	500,0

ны поступления различных химических элементов (мг/день), приводящие к интоксикации, дефициту или нормальному их содержанию в организме человека (табл. 5).

Большинство приведенных в табл. 5 данных в графе “оптимум” взяты из международных норм рекомендованного ежедневного потребления, которые были установлены расчётным методом без оценки состояния здоровья населения. Данные по оптимальному поступлению кремния завышены в 10 раз, что было доказано нами ранее (Сусликов, 1982).

В качестве косвенного критерия оценки атомовитной обеспеченности организма человека некоторые авторы рекомендуют использовать санитарно-гигиенические нормативы содержания некоторых атомовитов в источниках водоснабжения населения, в воздухе промышленных предприятий, утвержденных министерством здравоохранения России СанПиН № 3086-84, СанПиН 2.1.4.544-96, СанПиН 2.1.4.559-96.

Таким образом, следует признать, что до настоящего времени не определены объективные критерии оценки обеспеченности организма человека атомовитами. Проблема разработки научно-обоснованного единого критерия оценки обеспеченности организма здорового человека

атомовитами весьма актуальна, так как её решение резко снизит риск возникновения негативных последствий применения разнообразных микронутрицевтиков с одной стороны и значительно повысит эффективность мероприятий по коррекции атомовитов при организации питания населения в целях сохранения и укрепления здоровья — с другой.

Широкое использование различных биодобавок (БАД), биологически активных веществ (БАВ), а также разнообразных комплексов витаминов с микроэлементами (Vitrum, Ferrumax, Centrum, Долголет и др.) чревато серьёзными отдаленными негативными последствиями для здоровья населения, так как некоторые атомовиты имеют весьма незначительные интервалы между максимально-физиологической и минимально-токсической дозами (селен, фтор, ртуть, кремний). Если к тому же принять во внимание явление гетерогенности биосферы и антропобиосферы с одной стороны и явление биогеохимической изменчивости организмов к эволюционной адаптации, описанные нами ранее (Сусликов, 1999) — с другой, становится очевидным острая необходимость определения наиболее объективного критерия оценки обеспеченности организма человека атомовитами.

Прежде чем приступить к научному обоснованию единого критерия оценки обеспеченности организма здорового человека атомовитами, мы считаем необходимым акцентировать внимание на методологической стороне проблемы.

Основной закон атомовитов гласит о том, что потребности всех живых организмов биосферы в дыхании, питании, обмене веществ и размножении обеспечиваются никогда не прекращающимся потоком атомов химических элементов из космоса, атмосферы, литосферы и гидросферы через специфические микробиоценозы в живое вещество и обратно. В биосфере выживают только те организмы, которые сохраняют, максимально проявляют и постоянно совершенствуют в процессе жизнедеятельности биогеохимическую систему гомеостаза атомовитов (БСГА). Эта система имеет видовую ёмкость или биогеохимическую энергию, которая эволюционно направлена вектором к максимуму своему проявлению. Каждая живая клетка имеет свою генетическую программу развития, включающую определенную ёмкость БСГА, с вовлечением максимального количества атомовитов в оптимальных для данной клетки количественных соотношениях. В биосфере нет организмов, способных существовать с системой гомеостаза только одного атомовита.

Исходя из основного закона атомовитов, мы рассчитали количественные соотношения атомовитов в литосфере, атмосфере, гидросфере и в биосфере в целом и сопоставили с соотношениями атомовитов в крови, моче, волосах и в печени человека. Как показали наши расчёты, все среды

биосферы (литосфера, атмосфера и гидросфера) стремятся поддерживать строго определенные соотношения атомовитов, так же как организм человека постоянно поддерживает оптимальные количественные соотношения атомовитов в крови. Причем, соотношения атомовитов в крови здоровых людей очень близки к соотношениям атомовитов в биосфере в целом и существенно отличаются от соотношений атомовитов в гидросфере морских и пресных вод, от соотношений атомовитов в почвах и наземных животных и в атмосфере, взятых в отдельности. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что только соотношения атомовитов в крови и в печени человека отражают гомеостаз атомовитов в биосфере. Соотношения атомовитов в моче и в волосах человека не укладываются в рамки биосферных соотношений. Произведенные нами расчёты коэффициентов корреляции выявили самую тесную связь соотношений атомовитов в плазме крови и биосфере ( $r$  — от 0,93 до 0,98), самые слабые связи соотношений атомовитов в волосах ( $r$  — от 0,07 до 0,09).

Определенный интерес представляют сравнительные данные, отражающие соотношения атомовитов в пище человека с их соотношениями в плазме крови здоровых людей, которые показывают, что наибольшую сопряженность имеют только данные, отражающие соотношения атомовитов в суточных водно-пищевых рационах в зоне эколого-биогеохимического оптимума с соотношениями атомовитов в крови практически здоровых жителей только этой зоны. Причем, обращает на себя внимание полное совпадение значений, характеризующих соотношение некоторых атомовитов в пастбищных растениях, произрастающих в черноземной зоне РФ, рассчитанных В.В. Ковальским (1974), с соотношениями атомовитов в плазме крови людей, проживающих постоянно в зоне эколого-биогеохимического оптимума на территории Чувашской республики, которая также размещена на черноземных почвах. Таким образом, В.В. Ковальский, заложив методологическую основу биогеохимического районирования территорий, ещё в 1974 г. определил оптимальные соотношения атомовитов в растениях в качестве объективного критерия оценки обеспеченности как организма сельскохозяйственных животных атомовитами, так и организма человека. Впоследствии Т.М. Удельнова с соавт. отмечали, что на основании определения соотношений некоторых атомовитов в современных растениях (Fe/Mn, Fe/Cu, Fe/Ti, Fe/Cr) можно делать заключение о принадлежности их к определенному отделу организмов и условиях среды, в которой они обитали. А.Б. Салманов и Т.Ф. Эфендиева (2000) определили в качестве эколого-оптимальных уровни содержания в почвах и в наземной массе растений некоторых ато-

мовитов, в качестве критерия обеспеченности они принимали нормальное развитие фитоценозов.

Исследованиями В.В. Ковальского (1982) было убедительно доказано, что закономерности адаптации организмов к геохимической среде должны рассматриваться только на основе представлений о единстве среды и жизни и не могут быть решены без данных о пороговых значениях атомовитов. Пороговые концентрации показывают, в каких пределах содержания атомовитов в среде организмы способны к нормальной регуляции физиологических процессов. В пределах концентраций атомовитов между нижней и верхней пороговыми — наблюдается нормальная регуляция гомеостатических состояний. Состояние гомеостаза, ёмкость гомеостатических регуляторных процессов (пределы концентраций атомовитов во внешней или внутренней среде, при которых могут нормально функционировать гомеостатические регуляторные процессы), потребность в определенных атомовитах и их действительное потребление, адаптаций, фенотипа, пороговых концентраций — всё это, как указывал В.В. Ковальский (1982), взаимосвязанные проявления свойств организмов, являющиеся единой системой “организм — среда”. Поэтому определенным диапазонам изменений внешней среды соответствуют относительные пределы изменений внутренних сред и регуляции их гомеостатических состояний. Минимальная физиологическая потребность — это концентрации атомовитов, превышающих нижнюю пороговую концентрацию, но не достигающие верхнего порога, зависящие от адаптации организмов к более высокому или низкому содержанию атомовита в геохимической среде. В.В. Ковальский выделил также величины оптимальной потребности организмов в атомовитах, при которых удовлетворены все возможные физиологические состояния и требования организма на различных уровнях развития. Для оценки обеспеченности организмов атомовитами В.В. Ковальский рекомендовал использовать биогеохимическую модель регуляторных физиологических функций организма на уровне отдельных звеньев цикла в зависимости от условий геохимической среды. Впервые В.В. Ковальским были определены величины средней оптимальной потребности сельскохозяйственных животных в определенном атомовите, которые рекомендованы автором в качестве наиболее объективного критерия оценки обеспеченности атомовитами животных организмов.

Высоко оценивая рекомендации В.В. Ковальского по оптимальным величинам атомовитов в суточных кормовых рационах, мы обратили внимание на существенные различия в соотношениях атомовитов в сравнении с другими авторами, а также с ранее установленными оптимальными соотношениями. По-видимому, такой косвенный

показатель обеспеченности организма атомо-витами как величина средней оптимальной потребности животных в определенном атомо-вите, не может служить достаточно объективным критерием оценки обеспеченности атомо-витами организма человека. Нашими многолетними исследованиями было установлено, что наиболее объективным критерием для оценки атомо-витной обеспеченности людей служат результаты комплексного эколого-биогеохимического районирования, которые позволяют выделить зону эколого-биогеохимического оптимума, отличающуюся как оптимальными соотношениями атомо-витов в суточных водно-пищевых рационах, так и оптимальными соотношениями их в крови, находящимися в тесной корреляционной связи с фактическими многолетними данными о состоянии здоровья новорожденных, различных возрастных групп детей, взрослых людей, а также долгожителей, с объективной оценкой их биохимического, гормонального, иммунного, физиологического и микробного статусов. На основании такого методологически обоснованного принципа оценки атомо-витной обеспеченности организма человека нами были установлены оптимальные уровни и соотношения атомо-витов в суточных водно-пищевых рационах, представленные в табл. 6.

Мы считаем также, что эколого-биогеохимическое районирование территорий является необходимым этапом для установления объективного критерия оценки обеспеченности атомо-витами практически здорового населения каждого конкретного региона. При эколого-биогеохимическом районировании выявляются значительные различия в соотношениях атомо-витов в пищевой биогеохимической цепи, при этом концентрации отдельных атомо-витов достигают и превышают верхние и нижние пороги. В таких условиях наблюдаются «адаптационно-экологические изменения» по В.В. Ковальскому или атомо-витозы — по нашему мнению. Как было установлено нами, в зоне эколого-биогеохимического оптимума на территории Чувашии, наряду с незначительным удельным весом отклонений (3–5%) в физиолого-биохимических, гормональных и иммунных характеристиках организма практически здоровых жителей, регистрируются самые низкие показатели младенческой смертности и фетоинфантильных потерь, самый низкий уровень врожденных пороков развития (ВПР), задержки внутриутробного развития (ЗВУР), почти в 2 раза ниже аналогичных показателей по зоне эколого-биогеохимического бедствия Чувашии. Зона оптимума отличается также тем, что на её территории регистрируется самая низкая заболеваемость и смертность населения и самый высокий удельный вес долгожителей.

Не останавливаясь подробно на сравнительных характеристиках установленных нами четы-

Таблица 6. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ УРОВНИ И СООТНОШЕНИЯ АТОМОВИТОВ В ВОДНО-ПИЩЕВЫХ РАЦИОНАХ НАСЕЛЕНИЯ.

Атомо-витами	Единица измерения	Средний уровень $M \pm m$	Соотношение к йоду
Йод	мкг/сутки	149,5±8,6	1
Кобальт	мкг/сутки	70,5±6,3	0,5
Молибден	мг/сутки	0,12±0,01	0,7
Марганец	мг/сутки	5,3±0,9	30,0
Цинк	мг/сутки	14,3±1,3	70,0
Медь	мг/сутки	1,9±0,05	11,0
Железо	мг/сутки	13,5±1,1	80,0
Кремний	мг/сутки	10,3±1,3	35,0
Алюминий	мг/сутки	0,3±0,03	2,0
Фтор	мг/сутки	2,25±0,2	12,0
Свинец	мг/сутки	0,11±0,04	0,15
Кадмий	мг/сутки	0,91±0,09	0,35
Никель	мг/сутки	0,7±0,03	0,5
Бериллий	мкг/сутки	0,02±0,001	0,015
Хром	мг/сутки	0,25±0,08	0,05
Стронций	мкг/сутки	0,22±0,03	0,05
Магний	г/сутки	0,35±0,01	3000,0
Кальций	г/сутки	0,9±0,01	5000,0
Фосфор	г/сутки	1,2±0,09	9500,0
Калий	мг/сутки	4,3±0,1	28,6
Серебро	мкг/сутки	0,1±0,01	0,66

рех эколого-биогеохимических зон, так как они являются предметом специального обсуждения, мы считаем необходимым юридическое закрепление оптимальных соотношений атомо-витов в качестве регионального стандарта качества среды обитания населения.

Таким образом, эколого-биогеохимическая характеристика субрегионов биосферы предопределяет биогеохимическую классификацию биогеоценозов — элементарных единиц биосферы и раскрывает морфологическую, физиологическую, биохимическую и генетическую гетерогенность популяций, поэтому может рассматриваться в качестве главного объекта исследований для установления объективного критерия оценки обеспеченности организмов атомо-витами.

## Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека. М.: Медицина. 496 с.
- Георгиевский В.И. 1970. Минеральное питание сельскохозяйственной птицы. М.: Колос. 326 с.

- Ермаков В.В. 1999. Геохимическая экология организмов как следствие системного изучения биосферы // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. М.: Наука. С.152–183.
- Ковальский В.В. 1974. Геохимическая экология. Очерки. М.: Наука. С.106–133.
- Ковальский В.В. 1982. Геохимическая среда и жизнь. М.: Наука. 61 с.
- Покровский А.А. 1986. Беседы о питании. М. 122 с.
- Решетник Л.А. 2000. Клинико-гигиеническая оценка микроэлементных дисбалансов у детей Прибайкалья. Автореф. докт. дисс. Иркутск. 43 с.
- Салманов А.Б., Эфендиева Т.Ф. 2000. Эколого-оптимальные параметры содержания химических загрязнителей в почвах // Материалы 3-й Российской биогеохимической школы. Новосибирск.: изд-во Сиб. отд. РАН. С.175
- Скальный А.В., Кудрин А.В. 2000. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет. М.: Лир Макет. 421 с.
- Скальный А.В. 2001. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). 2-е изд. М.: изд-во КМК. 96 с.
- Сусликов В.Л. 1982. Этиология и гигиеническая профилактика эндемического уролитиаза в условиях кремниевых биогеохимических провинций. Автореф. докт. дисс. Ростов-на-Дону. 42 с.
- Сусликов В.Л. 1999. Геохимическая экология болезней. 1. Диалектика биосферы и нообиосферы. М.: Гелиос АРВ. 407 с.
- Сусликов В.Л. 2000. Геохимическая экология болезней. Т.2. Атомовиты. М.: Гелиос АРВ. 668 с.
- Hamilton E.I. 1981. An overview: the chemical elements, nutrition, disease and the health of man. Research needed on mineral content of human tissue // Fed. Proc. Vol.40. No.8. P.2126–2130.
- Pais I., Jones J.B.Jr., 1997. The Handbook of Trace Elements. Boca Raton: St. Luice Press.
-