

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



ЦЕНТР МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА В АРКТИКЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

А. Н. Никанов, В. М. Дорофеев, В. В. Мегорский, В. К. Жиров

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
НАКОПЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОРГАНИЗМЕ НАСЕЛЕНИЯ,
ПРОЖИВАЮЩЕГО В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

ЦЕНТР МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА В АРКТИКЕ

**А. Н. Никанов, В. М. Дорофеев,
В. В. Мегорский, В. К. Жиров**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
НАКОПЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОРГАНИЗМЕ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО
В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ**



Издательство Кольского научного центра
2020

DOI: 10.37614/978.5.91137.440.2
УДК 615.322:633.529.33:612.126:616.152-053.2
ББК 58.3
Э40

Печатается по решению редакционно-издательского совета Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

Э40 **Экологические** аспекты накопления минеральных элементов в организме населения, проживающего в районах интенсивной промышленной деятельности в европейской части Арктической зоны России : монография / А. Н. Никанов, В. М. Дорофеев, В. В. Мегорский, В. К. Жиров. — Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2020. — 87 с. : ил.
ISBN 978-5-91137-440-2

Обобщены результаты исследований по оценке концентраций макро- и микроэлементов в организме человека, проживающего в районах интенсивной промышленной деятельности Арктической зоны (на примере Мурманской области). Основное внимание уделено исследованию характера накопления макро- и микроэлементов в организме, а также методам коррекции минерального обмена у детского и взрослого населения Мурманской области.

Наиболее очевидная зависимость концентраций металлов в волосах от уровня минерализации питьевой воды обнаружена при сопоставлении полученных результатов по кадмию, меди, железу, марганцу, никелю, титану и цинку. Выявленная зависимость уровня накопления микроэлементов в волосах жителей от жёсткости питьевой воды вызывает необходимость пересмотра методик коррекции минерального обмена у северян. Показана эффективность использования некоторых детоксикационных свойств лечебно-профилактических напитков в профилактических целях у работников тяжёлой металлургии.

Книга предназначена для экологов, биологов, медицинских работников и людей, интересующихся проблемами сохранения здоровья. Она может оказаться полезной для обучающихся по соответствующим направлениям подготовки студентов высших учебных заведений.

УДК 615.322:633.529.33:612.126:616.152-053.2
ББК 58.3

Фото на обложке – Валентин Жиганов

Научное издание
Редактор Е. Н. Еремеева
Технический редактор В. Ю. Жиганов
Подписано в печать 15.10.2020. Формат бумаги 70×108 1/16.
Усл. печ. л. 7.6. Заказ № 46. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-91137-440-2

© А. Н. Никанов, В. М. Дорофеев,
В. В. Мегорский, В. К. Жиров, 2020
© ФИЦ «Кольский научный центр
Российской академии наук», 2020
© Центр медико-биологических проблем
адаптации человека в Арктике, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ В КОЛЬСКОМ ЗАПОЛЯРЬЕ.....	6
1.1. Климатогеографические и экологические особенности районов интенсивной промышленной деятельности.....	6
1.2. Медико-демографические показатели населения, проживающего в районах с горнодобывающей и металлургической промышленностью.....	13
1.3. Медико-экологическое значение минеральных элементов....	28
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	38
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	42
3.1. Сравнительная оценка содержания элементов в волосах населения, проживающего в различных геохимических регионах России.....	42
3.2. Оценка содержания химических элементов в волосах и крови детей города Мончегорска, часто болеющих простудными заболеваниями.....	51
3.3. Оценка эффективности применения пектинсодержащих напитков в коррекции минерального обмена населения Кольского Заполярья.....	55
3.3.1. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови детей.....	55
3.3.2. Оценка эффективности применения киселя лечебно- профилактического «Леовит» и биологически активной добавки «Зостерин-Ультра-60» при работах во вредных условиях труда на предприятиях цветной металлургии Кольского Заполярья.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
ЛИТЕРАТУРА.....	72

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО «Кольская ГМК» — акционерное общество «Кольская горно-металлургическая компания»
БАД — биологически активная добавка
БСК — болезни системы кровообращения
ГДМК — горнодобывающий и металлургический комплекс
ПДК — предельно допустимая концентрация
СКОС — стандартизованный коэффициент общей смертности
ЦВБ — церебро-васкулярные болезни
Ag — серебро
Al — алюминий
As — мышьяк
B — бор
Ba — барий
Be — бериллий
Ca — кальций
Ca-h — содержание кальция в волосах
Ca-w — содержание кальция в питьевой воде
Cd — кадмий
Co — кобальт
Cr — хром
Cu — медь
Fe — железо
K — калий
Mg — магний
Mg-h — содержание магния в волосах
Mg-w — содержание магния в питьевой воде
Mn — марганец
Mo — молибден
Na — натрий
Ni — никель
Pb — свинец
pH — водородный показатель
Sb — сурьма
Se — селен
Si — кремний
Sn — олово
Sr — стронций
Ti — титан
Tl — таллий
V — ванадий
Y — иттрий
Zn — цинк

ВВЕДЕНИЕ

В научной литературе имеются многочисленные данные об изменении концентраций макро- и микроэлементов в организме детского и взрослого населения, проживающего в зонах техногенного загрязнения, а также о неблагоприятных последствиях накопления в организме тяжелых металлов [55, 127, 138, 143, 157, 200, 238].

Исследованиям характера накопления макро- и микроэлементов у жителей Арктической зоны Российской Федерации посвящено меньше работ. У этого контингента был выявлен низкий уровень минеральных веществ в организме, в том числе у рабочих промышленных предприятий с высоким уровнем экспозиции тяжелыми металлами [5, 10, 75, 120, 126, 201]. Это позволило ввести понятия *акклиматизационного дефицита микроэлементов* и «*блокады*» их накопления у населения, проживающего в северных регионах России [97, 170]. Причина такой закономерности оставалась невыясненной, и ее пытались связать с воздействием холода на организм человека.

Комплексные исследования характера накопления минеральных веществ в организме населения, проживающего в зонах техногенного загрязнения на территории Мурманской области, до настоящего времени не проводились. Единичные работы в этом направлении свидетельствовали о присутствии эффекта «блокады» накопления макро- и микроэлементов у жителей этого региона. Отмечался также повышенный уровень содержания токсичных металлов (свинца, никеля и кадмия) у детского населения, проживающего в моногородах, где предприятия горно-металлургического комплекса являются градообразующими [83, 169].

В настоящее время не вызывает сомнений, что восприимчивость живого организма к воздействию токсических агентов в условиях высоких широт существенно выше, чем у проживающих в средних и южных широтах. Повышенную озабоченность в связи с этим вызывает низкий уровень показателей здоровья детей, проживающих в районах интенсивной промышленной деятельности Крайнего Севера [4, 32, 53, 74, 146]. Для биомониторинга за здоровьем детского населения в зонах антропогенного загрязнения тяжелыми металлами в России чаще всего используется анализ волос на содержание микроэлементов [11, 105, 119, 125, 152, 160, 177].

Имеется значительное число публикаций, посвященных различным методам коррекции минерального обмена у детей, но весьма редко результаты исследований оценивались на основе изучения содержания минеральных веществ (с учетом их взаимосвязи) в биоматериалах (кровь) до и после предложенного курса терапии [71, 149, 151]. К числу наиболее физиологически обоснованных и безопасных для здоровья детей методов коррекции содержания макро- и микроэлементов в организме следует отнести методику применения морской капусты (ламинарии) и сорбирующего яблочного пектина [57, 83, 95, 110, 167].

Все вышеизложенное говорит о необходимости углубленного изучения содержания макро- и микроэлементов в организме детей, проживающих в районах интенсивной промышленной деятельности Арктической зоны Российской Федерации, и разработки методов коррекции выявленных нарушений с учетом геохимических особенностей региона и техногенного загрязнения среды промышленными предприятиями.

Глава 1. ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ В КОЛЬСКОМ ЗАПОЛЯРЬЕ

1.1. Климатогеографические и экологические особенности районов интенсивной промышленной деятельности

Кольский полуостров расположен на Северо-Западе Российской Федерации и почти полностью находится за полярным кругом. По характеру рельефа полуостров разделяется на две части: западную (материковую) и восточную (полуостровную). Материковая часть характеризуется сложным расчлененным рельефом со значительными амплитудами высот. Именно в этой части полуострова в настоящее время расположены металлургические и горнодобывающие предприятия (АО «Кольская ГМК», АО «Ковдорский ГОК», ООО «Ловозерский ГОК», АО Апатит, АО «Оленегорский ГОК») Мурманской области, являющиеся градообразующими для населенных пунктов Никель, Заполярный, Мончегорск, Ковдор, Ревда, Кировск, Апатиты, Оленегорск. Специфические условия климата промышленных районов формируются в большей степени под влиянием суточного и годового хода радиационного баланса, а также под воздействием циркуляционных условий. Среди климатических факторов Кольского Заполярья, оказывающих воздействие на организм проживающего в этих районах населения, выделяются низкие температуры воздуха зимой, частые перепады атмосферного давления и геомагнитные бури, резкие колебания индекса магнитной напряженности Земли, своеобразный фотопериодизм — короткий световой день зимой и длинный летом. В городе Мончегорске (градообразующее предприятие — АО «Кольская ГМК»), находящемся в центре Кольского полуострова, западнее озера Имандра, солнце не заходит летом за горизонт 40 дней, а зимой не появляется на небосводе 23 дня. Безморозный период составляет всего 50–80 дней в году, а среднегодовая температура воздуха равна -2 °С. Продолжительность наиболее холодного периода зимы со средней температурой ниже -10 °С колеблется от 85 до 108 дней с повышением в устойчиво холодные зимы до 4,5 месяцев и понижением в устойчиво теплые зимы до 1,5 месяцев. Снежный покров держится в течение 180–200 дней в году. В период таяния снегов происходит активный смыв химических веществ в водоемы, так как талые воды стекают в основном по еще не оттаявшей почве, поэтому химический состав атмосферного воздуха в значительной степени определяет химический состав поверхностных вод. Суммарное количество осадков, выпадающее в течение года, составляет до 500 мм. В виде снега выпадает не более трети общего количества осадков, так как в зимний период континентальные воздушные массы содержат меньшее количество влаги. В осадках, принесенных морскими воздушными массами, преобладают ионы хлора и натрия, континентальными массами — ионы гидрокарбоната. Характерными особенностями климата этих районов являются частые штормы, метели (до 100 дней в году), туманы (до 78 дней в году) и повышенная повторяемость пасмурного неба. Относительная влажность имеет незначительные колебания: в начале зимы достигает годового максимума — 85–90 %, к февралю понижается до 83–87 %, к апрелю — до 75–81 % [67, 134, 199, 203]. Важной составляющей медико-географической характеристики климата

является длительность периода с так называемыми субнормальными (от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) температурами, которые составляют в этом районе в среднем до 70–80 % времени календарного года. Весьма характерным климатообразующим фактором является ветровой режим с интенсивным развитием частых, сильных и порывистых ветров различных направлений на протяжении всех месяцев года. Величина скорости ветра для медицинской климатологии имеет первостепенное значение, так как движение воздуха усиливает теплоотдачу и вызывает охлаждение организма. При резких изменениях скорости ветра интенсивность охлаждения может меняться в значительных пределах, что весьма характерно для территорий Арктической зоны Российской Федерации, расположенных за полярным кругом (Крайний Север). Несмотря на постоянную высокую относительную влажность воздуха, в отдельные дни возможно ее резкое понижение, что обусловлено быстрым перегревом холодного воздуха. Допустимой нормой для человека считается относительная влажность воздуха в пределах 15–75,0 %. Более высокий ее уровень при низких температурах способствует снижению резистентности организма. Особенно неблагоприятным в этом отношении является сочетание относительной влажности воздуха более 86,0 % и субнормальной температуры. Кроме того, зимой, в период преобладающего радиационного охлаждения воздуха, над окружающими предгорьями образуются инверсии, способствующие концентрации атмосферных загрязнений в приземном слое атмосферы. Частота низких инверсий на Кольском полуострове в районах размещения АО «Кольская ГМК», расположенных в населенных пунктах Никель, Заполярный, Мончегорск, достигает 90,0 % всех дней наиболее холодного периода (декабрь — март). Результатом этого является существенное увеличение концентраций вредных веществ в воздухе зимой на территориях, прилегающих к действующим металлургическим предприятиям, которые являются источниками атмосферных загрязнений. Так, погодноклиматические факторы в районе размещения металлургических цехов АО «Кольская ГМК» в городе Мончегорске способствуют увеличению концентрации вредных веществ зимой в среднем в 1,1–1,7 раза, которые превышают ПДК на отдельных участках до десяти раз, что создает реальную угрозу возникновения различных нарушений здоровья не только у работающих на этом предприятии, но и у населения. Установлено, что климат арктических районов способствует снижению порога вредного воздействия почти в десять раз таких атмосферных загрязнителей, как сернистый ангидрид, формальдегид и оксиды азота [31, 180, 203].

В качестве индикаторов антропогенного загрязнения окружающей среды в районе размещения АО «Кольская ГМК» в городе Мончегорске выбраны: атмосферный воздух, поверхностные и подземные источники водопользования, почва и снежный покров. АО «Кольская ГМК» является предприятием, осуществляющим полную комплексную переработку сульфидных медно-никелевых руд, позволяющую извлечь все содержащиеся в них основные компоненты: никель, медь, кобальт, а также группу платиноидов.

Результаты наблюдений на объединенной государственной сети управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды свидетельствуют о низком уровне загрязнения атмосферы городов Кольского полуострова, в том числе и города Мончегорска. Этому в значительной степени способствует активная циклоническая деятельность с умеренными и сильными

ветрами, господствующими над территорией Кольского полуострова в течение всего года. Повышенные концентрации загрязняющих примесей отмечаются, как правило, при неблагоприятных метеорологических условиях: штиль, туман, инверсии, продолжительные ветры со стороны металлургического комбината. Анализ наблюдений показал, что повышенные максимальные разовые концентрации диоксида серы на территории города Мончегорска регистрировались в основном при юго-западных ветрах со стороны металлургических цехов АО «Кольская ГМК». Следует отметить, что среднегодовая повторяемость ветров юго-западного направления за последние пятнадцать лет колеблется в пределах от 3,0 до 8,0 %, в том числе за январь — от 1,0 до 37,0 %, за июль — от 1,0 до 10,0 %. Годовой ход средних концентраций показывает, что загрязнение диоксидом серы значительно в центре города, оно может быть выше более чем в два раза по сравнению с другими районами города. Установлено, что негативное влияние на самые чувствительные виды растений начинает наблюдаться при среднегодовых концентрациях диоксида серы, превышающих 20,0 мкг/м³. Расчет полей концентраций диоксида серы на территории Мурманской области, выполненный с использованием модели климатического типа, показал, что превышение уровня в 20 мкг/м³ может наблюдаться на площади около 7700 км² вокруг места расположения металлургических цехов АО «Кольская ГМК». Многочисленными измерениями и модельными расчетами установлено, что влияние металлургических цехов АО «Кольская ГМК» на поле концентраций диоксида серы простирается по меньшей мере на десятки километров. Под влиянием аэрогенных загрязнений общая площадь техногенных пустошей вокруг АО «Кольская ГМК» в отдельные периоды наблюдений составляла около 300 км² [67, 161–163].

Количество выбрасываемых в атмосферу вредных веществ АО «Кольская ГМК» (город Мончегорск) за год в среднем составляет 30,0 % от всех источников на территории Мурманской области, тогда как АО «Апатит» (г. Кировск), осуществляющим добычу и переработку апатитонефелиновых руд, — не более 2,0 % (табл. 1).

Таблица 1

Выбросы вредных веществ в атмосферу городов Мурманской области Мончегорска и Кировска, тыс. т

Вредное вещество	Мончегорск	Кировск	Всего по области
Диоксид серы	129,3	5,2	450,0
Оксид углерода	0,9	0,6	27,1
Диоксид азота / оксид азота	0,9	0,8	13,3
Бенз(а)пирен	0,4	0,0	0,6
Формальдегид	0,1	0,0	1,0
Твердые соединения	8,5	0,9	48,4

Из приведенных данных следует, что основные различия концентраций выбросов вредных веществ в сравниваемых городах Мурманской области связаны с поступлением в атмосферу диоксида серы, бенз(а)пирена, формальдегида и твердых соединений в результате деятельности

металлургического комбината. Из твердых соединений наибольшее значение в загрязнении окружающей среды имеют нерастворимые соединения никеля, меди и кобальта, выбросы которых за шестилетний период оцениваются следующим образом (т в год): никель — от 1607,81 до 1779,91, медь — от 876,84 до 1096,44, кобальт — от 46,05 до 51,31. В то же время содержание металлов в атмосферном воздухе города не превышает средних и максимальных ПДК [111, 118].

Снежный покров, сохраняющийся в течение года длительный период (6–8 месяцев), аккумулирует аэрозольные загрязнения и позволяет с высокой степенью достоверности оценить общее количество загрязнений в зимний период. Содержание металлов в снежном покрове селитебной зоны города Мончегорска составляет (мг/л): никель — 1,71, медь — 2,23. Оно значительно превышает (в 2,8–5,7 раз) содержание никеля (0,3 мг/л) и меди (0,8 мг/л) в снежном покрове города Кировска. Нерастворимые соединения, содержащиеся в твердой фазе снега, в период таяния лишь частично выносятся талыми водами из жилой зоны и в виде пыли остаются на поверхности почвы.

Многолетняя деятельность промышленных предприятий Мурманской области, в том числе акционерных обществ «Кольская ГМК» и «Апатит», не могла не сказаться на всем природном комплексе Мончетундры и Хибин. Следует отметить, что загрязнение поверхностного слоя почвы в целом соответствует загрязнению снежного покрова, однако средняя величина суммарного местного накопления химических элементов несколько ниже, что связано с трансмиссией загрязнений (в теплый период года) почвенными растворами. Интенсивное поступление в атмосферу от ведущих предприятий промышленного комплекса Мурманской области (акционерные общества «Кольская ГМК» и «Апатит») формирует специфическую для каждого промышленного района техногенную геохимическую провинцию с концентрированием на поверхности почвы меди, никеля, кобальта, железа в одном случае и стронция, алюминия, цинка — в другом (табл. 2). Содержание элементов в верхнем слое почвы на территории, подверженной загрязнениям АО «Кольская ГМК» (промплощадка «Мончегорск»), имеет следующий ряд концентрации [222]: Cu > Fe > Al > Ni > Mn > As > Ba > Pb > Zn > Co > Mo > B > Ag > Cr, а на территории, подверженной загрязнениям АО «Апатит», — Al > Sr > Mn > Zn > Ba > Fe > As > Pb > B > Mo > Ni > Be > Cd > Cu.

Таблица 2

Содержание некоторых металлов в поверхностном слое почвы городов Мончегорска и Кировска, мг/кг

Химический элемент	Мончегорск	Кировск
1	2	3
Ag	0,78–2,11	0,12–0,22
Al	139–230	508–1285
As	3,3–18,0	3,3–18,0
B	2,6–3,7	3,7–5,7
Ba	5–13	32–39
Be	0,066–0,108	0,245–0,930
Cd	0,40–0,85	0,40–0,85

1	2	3
Co	1,92–8,23	0,18–0,28
Cr	0,250–0,850	0,149–0,250
Cu	5,91–469,09	0,32–0,72
Fe	90–427	20–36
Mn	14–37	71–124
Mo	0,91–3,69	0,91–3,69
Ni	26,71–203,18	1,34–3,65
Pb	9–12	7–9
Se	0,21–0,30	0,21–0,30
Si	11–14	14–34
Sr	5–8	46–143
Ti	0,32–0,51	0,32–0,51
Zn	5–12	32–58

В качестве источника питьевого водоснабжения города Мончегорска используется открытый водоем озера Монча, в то время как в городе Кировске водоснабжение организовано из подземного водоисточника. Элементный анализ водных проб в местах водозабора, проведенный лабораторией ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа, входящей в Аналитико-сертификационный центр Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук (г. Черноголовка Московской области), показал наличие широкого спектра металлов (табл. 3).

Таблица 3

Содержание химических элементов в источниках питьевой воды городов Мончегорска и Кировска, мг/л

Элемент	Мончегорск	Кировск	ПДК, мг/л
Алюминий	< 0,005	0,140–1,210	0,5
Бор	0,010–0,043	< 0,003	0,5
Бериллий	0,0001–0,0033	< 0,0002	0,0002
Железо	0,022–0,111	0,0044–0,0720	0,3
Марганец	0,003–0,016	< 0,0002	0,10
Медь	0,007–0,071	< 0,001	1,0
Молибден	0,001–0,003	0,0012–0,0019	0,25
Мышьяк	0,019–0,037	< 0,002	0,5
Никель	0,031–0,050	< 0,003	0,1
Кадмий	0,0001–0,0029	< 0,00007	0,001
Кобальт	0,0006–0,0048	< 0,0004	0,10
Свинец	0,016–0,234	< 0,0002	0,03
Титан	0,0001–0,0054	< 0,001	0,1
Хром	0,0002–0,0090	0,001–0,0029	0,1
Цинк	0,017–1,003	< 0,001	1,0
pH	6,9	9,5	6,9
Общая жесткость (мг-экв/л)	0,27	0,03	7,0

Из приведенных данных следует, что вода в озере Монча, используемая для водоснабжения города Мончегорска, нейтральная, ультрапресная. Концентрации бериллия, марганца, кадмия и свинца в ней периодически превышают предельно допустимые. Превышение ПДК никеля и меди в воде озера Монча обычно наблюдается в мае, т. е. в период поступления в озеро талых вод с поверхности водосбора. В это время концентрация меди может превышать ПДК в 63, а никеля в 3,8 раза [109, 123, 163].

Питьевая вода, подаваемая в распределительную сеть города Кировска из подземного водоисточника, может рассматриваться как низкоминерализованная, с повышенным рН (щелочностью) и относительно высоким содержанием алюминия. Химический состав воды достаточно постоянен и не зависит от сезона года, причем большинство из представленных в табл. 3 элементов (11 из 15) находится в концентрациях ниже предела обнаружения используемых масс-спектрального (PlasmaQuard, VG) и атомно-эмиссионного (ICAP-61, ThermoJarrel Ash) методов анализа [3, 13, 158].

Подземные воды на территории Белгородской области являются источником питьевого водоснабжения. Основная часть разведанных запасов подземных вод (38 месторождений с эксплуатационными запасами 886 тыс. куб. м/сут) предусмотрена для хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных и средних населённых пунктов. В городе Белгороде питьевая вода, поступающая из подземных источников в распределительную сеть, жёсткая, с повышенным содержанием кальция, магния, кремния, калия и натрия. Концентрация железа в воде также повышенная, так как вся область, и Белгород в том числе, «стоит» на богатых железорудных запасах. На состояние подземных вод оказывают существенное влияние предприятия горнорудной, химической, биохимической, сахарной и мясомолочной промышленности, а также животноводческие комплексы. Подземные воды за пределами влияния крупных промышленных предприятий остаются достаточно высокого качества, где наименее подверженными загрязнению являются водоносные комплексы, защищенные от внешнего воздействия достаточно мощной толщей водоупоров [8].

Исследования химического состава проб питьевой воды, отобранных на выходе из сети водоснабжения в жилых помещениях городов Мончегорска и Кировска, показали их определенные отличия на входе и выходе (табл. 3, 4). Это относится к таким элементам, как бор, марганец, алюминий, мышьяк, железо, молибден, кадмий, хром, медь, свинец, цинк. Следует отметить, что в процессе распределения по системе водоснабжения часть элементов может выпадать в осадок с последующим постепенным снижением их концентраций. В других случаях металлы, накапливаясь в системе водоснабжения, особенно при низких скоростях водотока, совместно с кремнием, органическими веществами и микроорганизмами, могут образовывать осадки, которые легко смываются при изменении скорости водотока и появляются в точках водозабора [141, 158].

Сравнительные исследования влияния химического состава питьевой воды на минеральный обмен детей проводились в различных геохимических регионах: Мончегорске и Кировске — очень мягкая (низкоминерализованная) вода, Санкт-Петербурге — мягкая вода, Белгороде — жесткая вода. Как видно из табл. 4, основной особенностью химического состава питьевой воды в этих регионах (Мончегорск — Кировск — Санкт-Петербург — Белгород) является увеличение концентраций таких элементов, как кальций, магний, калий, натрий, бор, стронций и цинк, которые характеризуют в основном минеральный состав почв, большинство из них определяют жесткость воды [27, 158]. Значительным

отличием химического состава питьевой воды, потребляемой населением города Мончегорска, по сравнению с другими регионами, является наличие относительно высоких концентраций меди, никеля, кобальта и железа. Сравнительный анализ содержания в питьевой воде вышеуказанных металлов показал, что концентрации никеля в воде Мончегорска выше по сравнению с водой Кировска в 44,3 раза, Санкт-Петербурга — в 47,7 раза, Белгорода — в 51,7 раза; меди соответственно в 80,3, 55,2 и 27,6 раза, железа — в 1,6, 2,6 и 2,8 раза. В то же время содержание меди, никеля, кобальта и железа в питьевой воде города Мончегорска ниже ПДК соответственно в 11,3, 1,6, 55,5 и 1,3 раза.

Таблица 4

Химический анализ проб питьевой воды различных геохимических регионов

Химический элемент	Концентрация элементов в воде, мг/л			
	Мончегорск	Кировск	Санкт-Петербург	Белгород
Ag	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Al	0,046	0,44	0,25	0,026
As	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
B	< 0,01	0,012	0,013	0,1
Ba	0,0048	0,017	0,017	0,0094
Be	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ca	3,2	0,42	10,4	130
Cd	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Co	0,0018	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cr	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cu	0,0883	0,0011	0,0016	0,0032
Fe	0,23	0,14	0,088	0,081
K	0,32	1,8	1,5	11
Mg	0,92	0,02	2,9	17
Mn	0,0086	0,0073	0,0065	0,0077
Mo	< 0,001	0,0015	< 0,001	< 0,001
Na	2,7	9,6	4,51	38
Ni	0,062	0,0014	0,0013	0,0012
Pb	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Se	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Si	1,7	1,83	2,06	12
Sn	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Sr	0,018	0,064	0,063	2,2
Ti	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tl	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005
V	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Y	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zn	0,011	0,0044	0,0065	0,017

Таким образом, можно сделать предварительный вывод, что систематического попадания высоких концентраций элементов, представленных в табл. 4, в питьевую воду распределительной сети не происходит. Оно может быть связано только с пиковыми значениями концентраций никеля, меди и других металлов в период поступления в озеро талых вод с поверхности водосбора.

1.2. Медико-демографические показатели населения, проживающего в районах с горнодобывающей и металлургической промышленностью

В качестве базы настоящего исследования взяты административно-территориальные образования Мурманской области, имеющие в качестве градообразующих предприятия горнодобывающего (обогатительного, перерабатывающего) и металлургического комплексов: города Апатиты, Кировск, Мончегорск и Оленегорск, Ковдорский, Ловозерский и Печенгский районы.

Для анализа медико-демографических процессов выбран период 1989–2015 гг. 1989 г. взят в качестве исходного для сравнения дальнейших изменений по причине того, что он явился годом последней в СССР переписи населения. Кроме того, конец 1980-х гг. характеризует конец одной социально-экономической формации и переход в 1990-х гг. к другой. 1999 и 2009 гг. взяты для сравнения как десятилетние интервалы от исходного 1989 г. Период с 2011 по 2015 гг. исследован с целью уточнения изменений тенденций в медико-демографической ситуации, сложившихся в последние годы в Мурманской области [34–38, 41–43, 85–90, 153–155, 188–196].

На начало 2016 г. на изучаемых территориях с дислокацией предприятий ГДМК проживали 229,1 тыс. человек, что составляло 30,1 % от общей численности населения Мурманской области. Если в 1989 г. удельный вес населения территорий ГДМК составлял 32,3 % от общей численности населения Мурманской области, то в начале 1990-х гг. наблюдалось его сокращение, и к началу 1996 г. он равнялся 29,5 %. С начала 2000-х гг. удельный вес населения территорий ГДМК постепенно увеличивался и составил в 2009 г. 30,5 %. В последние годы он опять стал снижаться и на начало 2016 г. равнялся 30,1 % (табл. 5).

Таблица 5

Динамика численности населения отдельных административных территорий Мурманской области на начало соответствующего года, тыс. человек

Административная территория	1989 г.	1999 г.	2009 г.	2012 г.	2015 г.	2016 г.
Мурманская область	1146,5	1018,1	842,5	787,9	766,3	762,2
Апатиты	87,0	70,2	61,6	59,2	57,4	56,7
Кировск	49,1	39,4	32,8	30,6	29,5	29,2
Мончегорск	73,2	63,8	51,3	47,7	46,4	46,2
Оленегорск	46,1	39,2	31,9	29,8	29,5	29,7
Ковдорский район	36,8	28,0	22,1	20,7	19,5	19,2
Ловозерский район	18,3	14,2	12,9	11,5	11,0	10,9
в том числе Ревда	14,2	10,0	9,4	8,2	7,9	7,8
Печенгский район	59,5	46,1	44,6	38,8	37,5	37,2
в том числе Заполярный	22,2	19,6	17,7	15,7	15,3	15,2
Никель	20,4	17,5	15,0	13,0	12,3	12,1
<i>Всего по ГДМК</i>	369,9	300,9	257,2	238,2	230,8	229,1
Удельный вес населения ГДМК в общей численности населения области, %	32,3	29,6	30,5	30,2	30,1	30,1

К 2016 г. по сравнению с 1989 г. численность населения Мурманской области сократилась на 384 тыс. человек (-33,5 %). За этот же период на территориях ГДМК темп снижения численности населения был выше среднеобластного и составил в целом -38,1 % (от -34,8 до -47,9 % в отдельных административных образованиях). Следует иметь в виду, что максимальная численность населения в Мурманской области, как и на всех изучаемых территориях, наблюдалась в 1991 г., за исключением Мончегорска и Печенгского района, где сокращение населения зарегистрировано уже с 1990 г. Таким образом, к 2016 г. в сравнении с 1991 г. численность населения Мурманской области сократилась на 397 тыс. человек (-34,2 %), а на территориях ГДМК в целом на 144 тыс. человек (-38,6 %) — от -36,2 % в Апатитах до -48,6 % в Ковдорском районе.

За последние двадцать пять лет наиболее интенсивное сокращение населения территорий ГДМК отмечено в течение 1990-х гг., когда в 1989–1998 гг. средний ежегодный темп сокращения населения составил -1,87 %, превысив среднеобластной показатель на 67,0 %. Наиболее высокие уровни ежегодного сокращения населения в этот период зарегистрированы в Ковдорском (-2,38 %), Печенгском (-2,25 %) и Ловозерском (-2,22 %) районах, городах Кировске (-1,98 %) и Апатиты (-1,93 %). В последующие десять лет (1999–2008 гг.) средний ежегодный темп снижения численности населения на территориях ГДМК, напротив, был ниже среднеобластного уровня на 16,0 % и составил -1,45 %. В период с 2011 по 2015 гг. ежегодный темп снижения численности населения сократился как в целом по Мурманской области, так и на территориях ГДМК. При этом различия в уровнях этого показателя в сравнении со средним по области в 2011–2012 гг. сокращались, в 2013 г. достоверного различия между территориями ГДМК и средним уровнем по области не было, в 2014–2015 гг. превышение ежегодного темпа сокращения населения на территориях ГДМК по сравнению с Мурманской областью в целом опять увеличилось до 40,0 %.

Масштабное сокращение численности населения Мурманской области сопровождается значительными изменениями его структуры, которые наглядно характеризуют тренды среднего возраста населения, который вычислялся как средняя арифметическая взвешенная на основе распределения населения по возрастным группам.

В 2015 г. средний возраст населения территорий ГДМК составил 38,2 лет, что на 1,5 % выше среднего возраста населения Мурманской области в целом и на 1,4 % ниже среднего возраста населения Российской Федерации. Для сравнения: в 1989 г. средний возраст населения территорий ГДМК был на 2,8 % ниже, чем в среднем по Мурманской области, и на 15,9 % ниже уровня среднего по Российской Федерации. В 2011–2015 гг. различия среднего возраста населения территорий ГДМК и Российской Федерации сокращаются, а различия среднего возраста населения территорий ГДМК и Мурманской области, напротив, увеличиваются. В 1989 г. на всех изучаемых территориях, за исключением города Кировска, средний возраст населения не превышал таковой в целом по Мурманской области, а в 2015 г. на большинстве этих территорий средний возраст уже был выше среднеобластного уровня (табл. 6).

Таблица 6

Динамика среднего возраста населения в 1989–2015 гг., лет

Административная территория	1989 г.	1999 г.	2011 г.	2015 г.
Российская Федерация	34,5	36,5	38,4	38,7
Мурманская область	29,8	34,5	37,1	37,6
Апатиты	29,6	35,3	38,5	38,8
Кировск	30,5	35,6	39,0	39,3
Мончегорск	29,5	34,8	38,0	38,5
<i>Итого по ГДМК</i>	29,0	34,7	37,6	38,2

Увеличение среднего возраста населения Мурманской области с 1989 по 2015 гг. обусловлено резким сокращением детского населения, снижением числа лиц трудоспособного возраста, значительным ростом населения старших возрастных групп. В отличие от Российской Федерации, в Мурманской области структурные изменения населения имеют более выраженный характер. Так, при сокращении числа лиц моложе трудоспособного возраста в 1989–2015 гг. в Российской Федерации на 28,0 %, в Мурманской области отмечено снижение на 57,0 %. При небольшом росте за этот период лиц трудоспособного возраста в целом по стране (+1,9 %), в Мурманской области зарегистрировано сокращение их числа на 35,0 %. При росте в Российской Федерации численности лиц старше трудоспособного возраста на 29,0 %, в Мурманской области установлен рост на 55,0 %. Еще более выраженные изменения возрастной структуры населения с 1989 по 2015 гг. отмечены в территориях ГДМК, где число лиц моложе трудоспособного возраста сократилось на 65,0 %, трудоспособного возраста — на 45,0 %, а число лиц старше трудоспособного возраста увеличилось на 56,0 %. Кроме того, на всех изучаемых территориях ГДМК темп снижения численности населения моложе трудоспособного возраста и трудоспособного возраста превышает средний по Мурманской области (табл. 7).

Таблица 7

Темп прироста (снижения) населения отдельных возрастных групп
за изучаемый период (с 1989 по 2015 гг.), %

Административная территория	Моложе трудоспособного возраста*	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
Российская Федерация	-28,4	+1,9	+29,3
Мурманская область	-56,6	-35,3	+55,4
Апатиты	-71,5	-52,2	+52,4
Кировск	-61,9	-44,7	+50,6
Мончегорск	-60,3	-40,7	+34,9
<i>Итого по ГДМК</i>	-65,0	-45,1	+56,4

* Моложе трудоспособного возраста — 0–15 лет; трудоспособный возраст: для женщин — 16–54 лет, для мужчин — 16–59 лет; старше трудоспособного возраста: для женщин — 55 лет и старше, для мужчин — 60 лет и старше.

Удельный вес лиц моложе трудоспособного возраста на территориях ГДМК в целом в 2015 г. находится на уровне, среднем по Мурманской области, — 18,0 % (табл. 8).

Таблица 8

Удельный вес населения отдельных возрастных групп в 1989 и 2015 гг., %

Административная территория	Моложе трудоспособного возраста		Трудоспособный возраст		Старше трудоспособного возраста	
	2015 г.	1989 г.	2015 г.	1989 г.	2015 г.	1989 г.
Российская Федерация	24,5	17,6	57,0	58,3	18,5	24,0
Мурманская область	27,	17,8	63,7	61,5	8,9	20,7
Апатиты	29,	16,7	62,5	59,3	7,9	24,0
Кировск	27,5	17,5	62,8	58,0	9,7	24,5
Мончегорск	28,3	18,3	61,2	58,9	10,4	22,9
<i>Итого по ГДМК</i>	29,3	17,9	62,7	60,1	8,0	22,0

Резкое старение населения Мурманской области подтверждается динамикой и уровнями коэффициентов старости и старения. Коэффициент старости (доля лиц 60 лет и старше в общей структуре населения) с 1989 по 2015 гг. в Мурманской области увеличился в 2,4 раза и составил в 2015 г. 16,4 %. При этом на территориях ГДМК этот показатель увеличился в 2,9 раза, превысив средний по области темп прироста.

Итогом роста удельного веса лиц старших возрастных групп и, соответственно, сокращения детского населения явилась резко выраженная регрессивная половозрастная пирамида населения к 2015 г. на всех рассматриваемых территориях. При этом изменения половозрастной пирамиды по Мурманской области, по территориям ГДМК в целом и по каждой отдельной территории ГДМК имеют одинаковый тренд с различиями лишь в выраженности динамических явлений. Основными изменениями половозрастных пирамид с 1989 по 2015 гг. явились снижение удельного веса детского населения и выраженный рост населения старших возрастных групп в общей структуре населения. Итог вышеописанных изменений — характерная форма половозрастных пирамид населения Мурманской области и всех изучаемых территорий, имеющая относительно узкое основание и наклон вершины влево за счет существенного преобладания женского населения старших возрастных групп в общей структуре (рис. 1–4).

Для объяснения причин столь значительного изменения численности и структуры населения Мурманской области проведена оценка вклада в этот процесс естественного и механического движения населения.

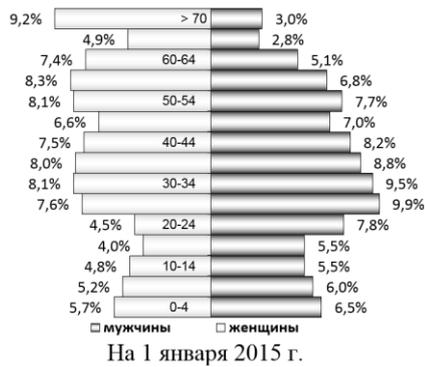
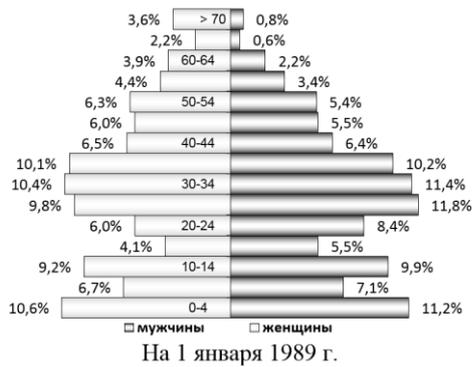


Рис. 1. Половозрастная пирамида населения Мурманской области, %

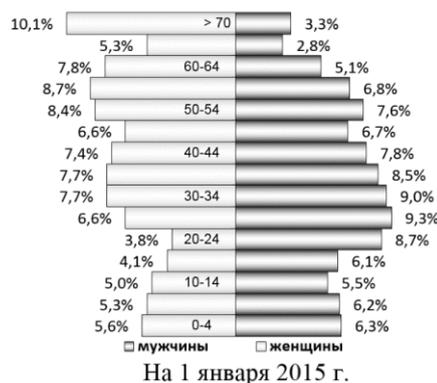
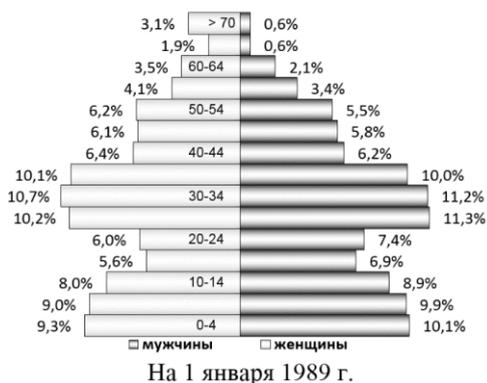


Рис. 2. Половозрастная пирамида населения территорий ГДМК, %

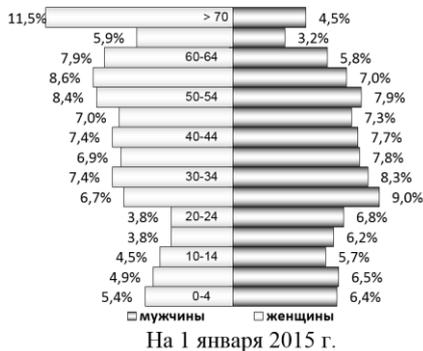
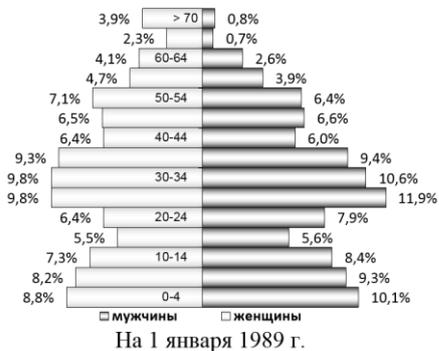


Рис. 3. Половозрастная пирамида населения города Кировска, %

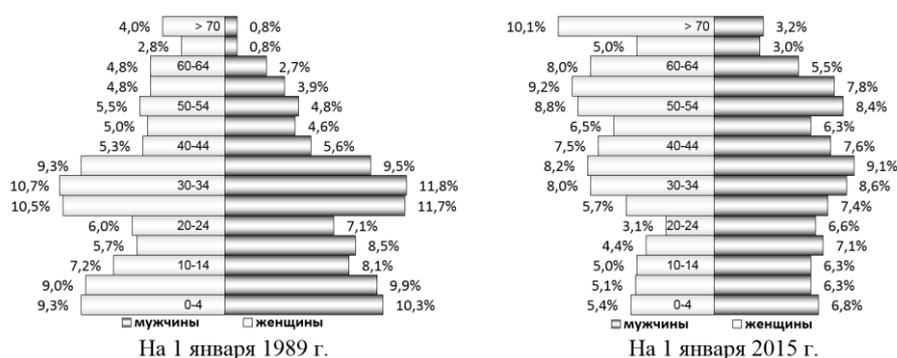


Рис. 4. Половозрастная пирамида населения города Мончегорска, %

За период с 1989 по 2015 гг. абсолютное число родившихся на территориях ГДМК сократилось на 56,0 %, при темпе снижении на 38,5 % в среднем по Мурманской области и на 10,2 % в среднем по Российской Федерации. Если в 1989 г. удельный вес родившихся на территориях ГДМК составлял 37,1 % от всех родившихся в Мурманской области, то в 2015 г. только 26,5 % (табл. 9, 10).

Таблица 9

Динамика абсолютного числа родившихся в 1989–2015 гг.

Административная территория	1989 г.	1999 г.	2009 г.	2012 г.	2015 г.
Российская Федерация (тыс.)	2160,6	1214,7	1761,7	1902,1	1940,6
Мурманская область	14809	7525	9074	9240	9111
Апатиты	1462	537	609	680	569
Кировск	746	307	336	321	353
Мончегорск	975	525	535	534	470
<i>Итого по ГДМК</i>	5494	2356	2638	2701	2411
Удельный вес родившихся в ГДМК от общего числа родившихся в области, %	37,1	31,3	29,1	29,2	26,5

Таблица 10

Абсолютное снижение числа родившихся отдельных административных территорий по сравнению с 1989 г. и его темп

Административная территория	Абсолютный прирост (снижение)			Темп прироста (снижения), %		
	1999 г.	2009 г.	2015 г.	1999 г.	2009 г.	2015 г.
Российская Федерация	-945870	-398872	-219980	-43,8	-18,5	-10,2
Мурманская область	-7284	-5735	-5698	-49,2	-38,7	-38,5
Апатиты	-925	-853	-893	-63,3	-58,3	-61,1
Кировск	-439	-410	-393	-58,8	-55,0	-52,7
Мончегорск	-450	-440	-505	-46,2	-45,1	-51,8
<i>Итого по ГДМК</i>	-3138	-2856	-3083	-57,1	-52,0	-56,1

В 1989 г. уровень общего коэффициента рождаемости на территориях ГДМК достоверно не отличался от среднего по Российской Федерации и был на 15,0 % выше среднего уровня в Мурманской области. При этом достоверное превышение среднеобластного уровня в 1989 г. отмечено на всех административных территориях ГДМК. С 1989 по 1999 гг. коэффициент рождаемости на территориях ГДМК сократился на 47,0 % при среднем темпе снижения по Российской Федерации 43,0 %, по Мурманской области — 39,0 %. В результате в 1999 г. рождаемость на территориях ГДМК уже находилась на среднеобластном уровне и была на 6,0 % ниже среднего показателя по Российской Федерации. Несмотря на рост рождаемости в последующие десять лет, к 2009 г. различия коэффициента рождаемости на территориях ГДМК еще больше увеличились и составили 9,0 % в сравнении с Мурманской областью и 17,0 % в сравнении с Российской Федерацией. В последующие пять лет (2010–2014 гг.) рождаемость на территориях ГДМК колебалась от 10,8 до 11,3 ‰, но в 2015 г. опять сократилась практически до уровня 2009 г. и составила 10,4 ‰, что ниже средних уровней по Мурманской области на 12,0 %, по Российской Федерации на 21,0 %. В результате в 2015 г. рождаемость на всех административных территориях ГДМК была ниже среднего показателя по Мурманской области. В целом же за период с 1989 по 2015 гг. темп снижения коэффициента рождаемости составил по Российской Федерации 9,3 %, по Мурманской области — 7,8 %, по территориям ГДМК — 29,7 % (табл. 11, 12).

Таблица 11

Динамика общего коэффициента рождаемости в 1989–2015 гг., ‰

Административная территория	1989 г.	1999 г.	2009 г.	2012 г.	2013 г.	2015 г.
Российская Федерация (тыс.)	14,7	8,3	12,4	13,3	13,2	13,3
Мурманская область	12,9	7,9	11,3	11,8	11,9	11,9
Территории ГДМК	14,9	7,8	10,3	11,3	11,0	10,4
Отличие рождаемости в ГДМК от среднеобластного уровня, %	15,1	-0,9	-9,2	-3,9	-8,0	-12,2

Таблица 12

Темп прироста (снижения) общего коэффициента рождаемости в Мурманской области по сравнению с 1989 г., %

Административная территория	Темп прироста (снижения)		
	1999 г.	2009 г.	2015 г.
Российская Федерация	-43,4	-15,4	-9,3
Мурманская область	-38,8	-12,4	-7,8
Территории ГДМК	-47,3	-30,9	-29,7

За период с 1989 по 2015 гг. абсолютное число умерших на территориях ГДМК увеличилось на 33,4 % при среднем росте в Мурманской области +32,1 %, в Российской Федерации — +20,5 %. При этом удельный вес числа умерших

на территориях ГДМК от общего числа умерших в Мурманской области в 1989 и 2015 гг. практически не изменился и составил 33,4 и 33,8 % соответственно. Рост абсолютного числа умерших на территориях ГДМК происходил с 1989 г. на протяжении всех 1990-х гг. и в начале 2000-х гг., достигнув максимальных значений в 2001–2005 гг., со снижением в последующие пять лет. В 2011–2015 гг. число умерших остается примерно на одном уровне. В 2015 г. по сравнению с 1989 г. уровень смертности населения территорий ГДМК вырос в 2,1 раза, в Мурманской области — в 2,0 раза, по Российской Федерации — на 21 %. Кроме того, в отличие от Российской Федерации в целом, где последние годы (2010–2015 гг.) наблюдается невыраженная, но тенденция к сокращению общей смертности, в Мурманской области, включая территории ГДМК, такое сокращение прекратилось уже в 2013 г., а в 2014–2015 гг. отмечен рост общей смертности. Неблагоприятные тенденции рождаемости и смертности населения территорий ГДМК привели к тому, что в начале 1990-х гг. смертность стала преобладать над рождаемостью. Подобная картина на территориях ГДМК продолжает наблюдаться до настоящего времени, что, наряду с другими причинами, способствует депопуляции изучаемых территорий Мурманской области (рис. 5).

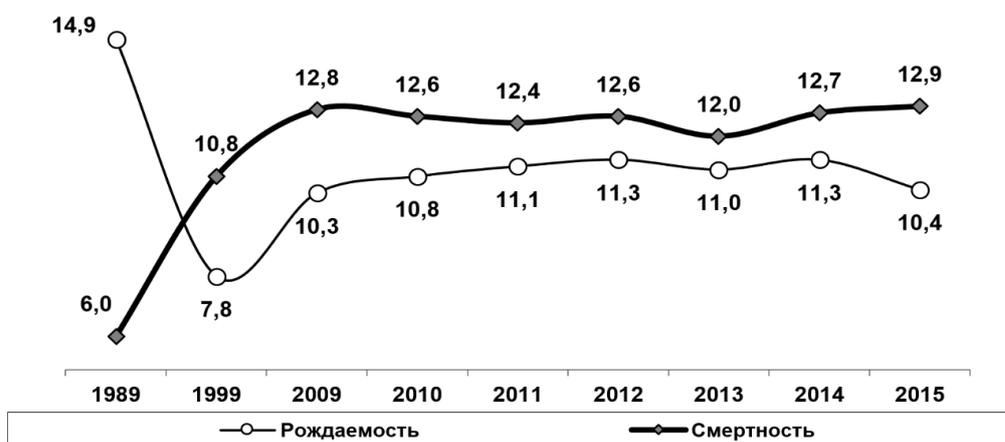


Рис. 5. Динамика общих коэффициентов рождаемости и смертности на территориях ГДМК в 1989–2015 гг., ‰

За период с 1989 по 2015 гг. регистрировалось несколько пиков с минимальным абсолютным естественным приростом на территориях ГДМК: 1994–1995 гг., когда население за счет естественной убыли ежегодно сокращалось на 1,3 тыс., и 2001–2005 гг. со средней ежегодной убылью 1,1 тыс. человек. С 2014 г. опять наметилась тенденция к росту естественной убыли населения территорий ГДМК, которая сохранилась и в 2015 г.

Из-за значительных изменений в численности населения изучаемых территорий более правильным будет оценивать уровни и динамику естественного прироста населения не по абсолютным значениям, а по относительным показателям в расчете на 1000 населения. В 1989 г. коэффициент естественного прироста населения на территориях ГДМК был выше среднего по Мурманской области на 23,0 %. В последующие годы

отмечено резкое сокращение естественного прироста, который с 1993 г. принял отрицательные значения. В 1995 г. коэффициент естественного прироста сократился до уровня ниже среднеобластного и весь последующий анализируемый период не превышал значений по Мурманской области. С 2005 г. наметилась тенденция к росту коэффициента естественного прироста на территориях ГДМК, однако с 2014 г. естественный прирост начал снижаться, достигнув в 2015 г. уровня 2009 г. (рис. 6).

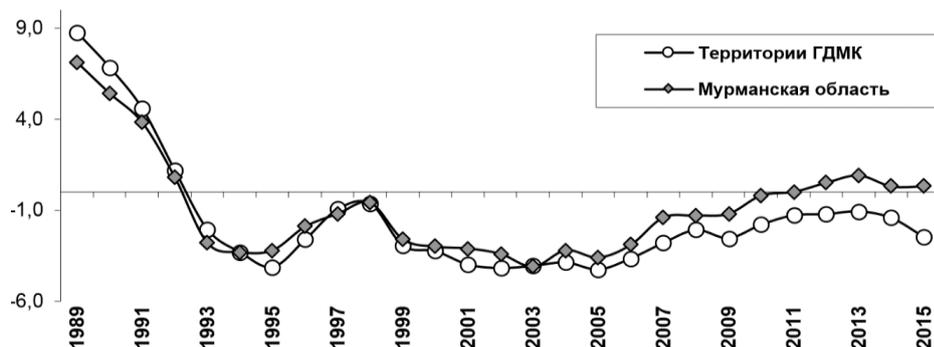


Рис. 6. Динамика коэффициента естественного прироста в 1989–2015 гг., %

Впервые преобладание числа умерших над числом родившихся, которое привело к отрицательным значениям естественного прироста населения, зарегистрировано в Мурманской области, в том числе и на территориях ГДМК, в 1993 г. В целом по Мурманской области положительный естественный прирост отмечен с 2012 г., по Российской Федерации — с 2013 г. В 2011 г. в Мурманской области коэффициент естественного прироста принял положительные значения и, соответственно, прекратилось сокращение населения за счет естественной убыли. Однако на территориях ГДМК показатель естественного прироста остается отрицательным и по-прежнему вносит вклад в сокращение численности населения.

Еще одной причиной сокращения населения Мурманской области, включая территории ГДМК, является миграция населения. Интенсивное механическое движение населения было всегда характерно для Мурманской области. Так, например, в 1989 г. в область прибыло 59,6 тыс. человек, а убыло 56,7 тыс., т. е. в процессе миграции участвовало 116,2 тыс. человек, что составляло 10,1 % от всего населения области. В 2015 г. в процессе миграции участвовало уже 10,5 % населения области. На территориях ГДМК механическим движением было охвачено 10,5 % в 1989 г. и 9,6 % в 2015 г. Отрицательное сальдо миграции на территориях ГДМК регистрируется с 1989 г., а в целом по Мурманской области — с 1991 г. В течение последующего периода вплоть до 2015 г. и на территориях ГДМК, и в Мурманской области продолжает регистрироваться превышение числа убиравших над числом прибывших (табл. 13).

Динамика коэффициента миграционного прироста (снижения) населения
в 1989–2015 гг., ‰

Административная территория	1989 г.	1999 г.	2009 г.	2012 г.	2015 г.
Мурманская область	2,5	-14,5	-6,0	-10,1	-5,7
Территории ГДМК	-1,6	-12,5	-6,8	-9,5	-4,9

За изучаемый период (с 1989 по 2015 гг.) на территориях ГДМК наблюдалось несколько пиков резкого сокращения коэффициента миграционного прироста. Первый и самый большой механический отток населения произошел в 1990–1994 гг. С 1995 г. отмечается сокращение миграционного оттока населения, которое несколько замедлилось в 1996–1998 гг. В 1999–2001 гг. наблюдается сокращение механической убыли населения, а с 2001 по 2007 гг. миграционный отток населения территорий ГДМК оставался относительно стабильным, и следующее заметное его увеличение отмечено в 2008 г. Последний пик миграционного оттока населения с территорий ГДМК пришелся на 2012–2013 гг. Аналогичная динамика пиков миграционного оттока населения отмечается и в целом по Мурманской области. В отличие от территорий ГДМК, в целом по Мурманской области процесс миграционной убыли начался несколько позже с максимумом в 1991–1993 гг. и был не столь глубоко выраженным. К 1995 г. в Мурманской области произошло довольно резкое сокращение миграционного оттока и в дальнейшем выраженное его увеличение к 1998 г. Следующие три года опять отмечалось уменьшение миграционного оттока, однако в 2002 г. отмечен еще один пик увеличения оттока населения из Мурманской области, что не наблюдалось на территориях ГДМК. Далее, практически сравнявшись к 2005 г. с уровнем на территориях ГДМК, коэффициент миграционного прироста (снижения) по Мурманской области и на территориях ГДМК вплоть до 2015 г. имеет одинаковые тенденции с пиковыми усилениями миграционного оттока в 2008 и 2012–2013 гг. (рис. 7).

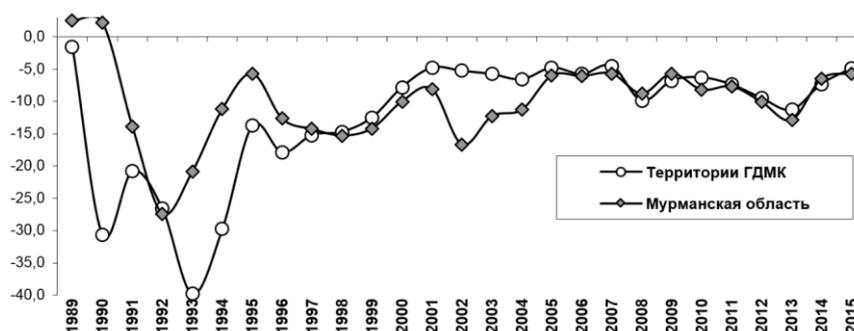


Рис. 7. Динамика коэффициента миграционного прироста в 1989–2015 гг., ‰

Проведенный анализ возрастного состава мигрантов на территориях ГДМК в 2012–2014 гг. установил, что сальдо миграции с положительными значениями отмечено лишь в возрастной группе 0–9 лет. Наибольший отток населения на территориях ГДМК приходится на возрастную группу 15–19 лет

(-40,2 ‰), т. е. на лиц, получивших неполное и полное среднее образование и выбывающих на учебу в другие регионы, чаще в другие субъекты Российской Федерации, что наблюдалось и до 1990-х гг. Следует отметить, что соотношение уровней миграции в отдельных возрастных группах осталось приблизительно одинаковым с теми, что наблюдались в конце 1980-х гг., однако в 2012–2014 гг. в большинстве возрастных групп, в том числе трудоспособного населения, миграционный прирост имеет отрицательные значения (рис. 8).

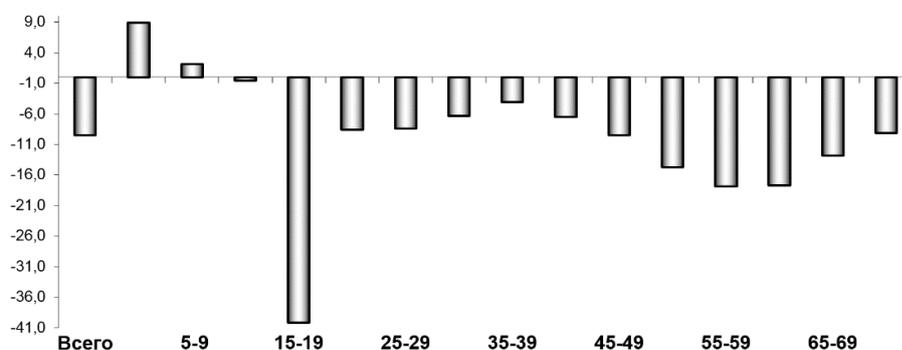


Рис. 8. Возрастные коэффициенты миграционного прироста на территориях ГДМК в среднем за 2012–2014 гг., ‰

На территориях ГДМК за 2012–2014 гг. для групп населения в зависимости от отношения к трудоспособному возрасту установлены следующие уровни коэффициента миграционного прироста:

- моложе трудоспособного возраста — +1,7 ‰,
- трудоспособного возраста — -11,2 ‰,
- старше трудоспособного возраста — -14,1 ‰.

Для оценки влияния естественного и механического движения населения на процесс сокращения численности населения был проведен анализ вклада этих составляющих по периодам 1989–1998 гг., 1999–2008 гг. и 2009–2015 гг. В итоге за десятилетний период с 1989 по 1998 гг. в целом по Мурманской области и на территориях ГДМК на снижение численности населения влиял лишь миграционный отток населения. Естественная убыль населения, которая регистрировалась в течение этого периода, в отдельные годы была компенсирована естественным приростом населения и, следовательно, не привела к сокращению населения. В течение следующего десятилетнего периода (1999–2008 гг.) в Мурманской области вклад естественной убыли населения в сокращение его численности составил 25,5 ‰, а на территориях ГДМК преобладание смертности над рождаемостью сильнее сказалось на снижении численности населения — 30,2 ‰. За период 2009–2015 гг. в целом по Мурманской области снижение численности населения обусловлено только миграционной убылью. Однако на территориях ГДМК в этот период на сокращение численности населения по-прежнему влияет естественная (18,2 ‰) и механическая (81,8 ‰) убыль населения и влияет по-разному. В течение изучаемого периода (1989–2015 гг.) в целом по Мурманской области сокращение численности населения на 7,0 ‰ обусловлено отрицательным

естественным приростом населения и на 93,0 % миграционным оттоком. На территориях ГДМК в 1989–2015 гг. снижение численности населения на 4,0 % обусловлено преобладанием смертности над рождаемостью и на 96,0 % миграционной убылью населения.

Таким образом, из-за сохраняющихся отрицательного сальдо миграции и преобладания смертности над рождаемостью территории ГДМК находятся в режиме устойчивой депопуляции.

Для оценки состояния здоровья населения территорий ГДМК в настоящей работе использованы сведения о смертности и заболеваемости. Данные о смертности широко используются для оценки состояния здоровья населения, поскольку они отражают наиболее резко выраженный негативный аспект этого состояния. Смерть является четко выраженным, объективно выявляемым и чрезвычайно серьезным событием, поэтому ее регистрировать намного легче, чем заболевание. Методика сбора сведений о смертности населения на территории Российской Федерации единая и с другими странами принципиальных различий не имеет. Применительно к показателям смертности разработаны и используются для различных целей разнообразные индикаторы и методы анализа. Использование стандартизованных методов оценки и анализа данных о смертности позволяет получить объективную картину состояния здоровья населения в различных регионах. В настоящей работе затронуты вопросы общего характера, не претендующие на исчерпывающие ответы при поставленной проблеме. Частные вопросы, касающиеся положения со смертностью от отдельных причин, требуют более глубоких исследований, но даже при поверхностном рассмотрении проблемы с помощью использованных нами методов очевидны приоритетные направления работы по снижению смертности населения изучаемых территорий.

Вместе с тем при оценке смертности в разрезе различных причин следует обращать внимание на особенности установления причины смерти в Российской Федерации, сложившиеся в последние годы. Изменения в структуре смертности населения Российской Федерации последние пять лет преимущественно обусловлены кампанией по сокращению отдельных причин смерти. В первую очередь, это касается БСК, удельный вес которых в общем числе причин смерти сократился в Российской Федерации с 56,8 % в 2010 г. до 48,7 % в 2015 г. Интенсивный показатель смертности от БСК с 2010 г. к 2015 г. сократился на 21,0 %, с 805,9 на 100 тыс. до 635,3. При этом первичная заболеваемость БСК с 2010 по 2015 гг. увеличилась на 22,8 %, общая заболеваемость — на 4,1 %. Сокращение коэффициента общей смертности за этот период произошло лишь на 8,1 %, с 1419,2 на 100 тыс. до 1303,6. Учитывая, что БСК в структуре смертей занимают около половины, динамика смертности от всех причин и БСК подтверждает факт, что сокращение смертности от БСК связано не с истинным ее снижением, а с перераспределением причин смерти. Очевидно, что структура смертности меняется в соответствии с установленными контрольными показателями смертности от БСК. Смертность от психических расстройств и расстройств поведения с 2010 по 2015 гг. в Российской Федерации выросла в 2,2 раза, что в основном связано с увеличением числа смертей от сосудистой и неуточненной деменции за счет сокращения умерших от ЦВБ, относящихся к классу «Болезни системы кровообращения». В 3,2 раза увеличилась смертность от болезней нервной системы, главным образом за счет

роста числа смертей от сенильной дегенерации головного мозга, также перераспределив смерти от ЦВБ. Крайне неблагоприятна тенденция увеличения числа смертей от такой неточно обозначенной причины, как «Старость». Смертность от неточно обозначенных состояний в Российской Федерации в 2015 г. на 42,3 % превысила уровень 2010 г. Использование вышеуказанных причин смерти вместо БСК допускается, но с большими ограничениями (Письмо МЗ РФ от 5 октября 2015 г. № 13-2/1112 «О кодировании состояний «Деменция» и «Старость» в качестве первоначальной причины смерти»). Однако в условиях необходимости сокращения смертности от БСК, эти ограничения, как показывает практика, часто игнорируются.

В условиях ужесточения требований к организациям здравоохранения по сокращению смертности от наиболее распространенных причин, когда медицинский работник несет ответственность за отклонения показателей от установленных значений, часто имеет место искажение реальных уровней показателей. Когда вся иерархическая цепь (врач — руководитель медицинской организации — орган управления здравоохранением) не заинтересована показать ситуацию, характеризующуюся негативными отклонениями от заданных цифровых уровней, отмечается искажение истинного положения, инициируемое более высоким уровнем этой цепи [45, 65].

Относительно структуры смертности, конечно, следует учитывать недостаточный уровень грамотности отдельных специалистов при установлении первоначальной причины смерти и нередко некачественное заполнение ими свидетельств о смерти. Однако основной причиной искажения структуры смертности за последние годы все же является система оценки деятельности здравоохранения территорий по снижению отдельных причин смерти.

Как указывалось выше, за последние двадцать пять лет в Мурманской области зарегистрирован беспрецедентный рост смертности населения. Темп прироста коэффициента общей смертности в 2015 г. по сравнению с 1989 г. по Мурманской области увеличился в 2,0 раза, по территориям ГДМК — в 2,1 раза, по Российской Федерации — на 21,0 %. Подобные тенденции привели к тому, что в 2015 г. уровень коэффициента общей смертности на территориях ГДМК сравнялся со средним уровнем по Российской Федерации и был на 11,4 % выше среднеобластного значения. Такая динамика смертности могла бы говорить о резком снижении уровня здоровья населения изучаемых территорий, если бы не одновременное стремительное старение населения, связанное со значительными изменениями его возрастной структуры. Так, за период 1989–2015 гг. средний возраст населения территорий ГДМК увеличился с 29,0 до 38,2 лет.

Данное обстоятельство обусловило более глубокое изучение динамики и уровней смертности населения. Для устранения влияния возрастной структуры населения на уровень смертности была проведена стандартизация коэффициентов общей смертности населения территорий ГДМК и Мурманской области. С учетом того что данные о возрастных коэффициентах смертности на изучаемых территориях отсутствуют, расчет стандартизованных коэффициентов был проведен косвенным методом. За стандарт были приняты возрастные коэффициенты смертности в целом по Российской Федерации за соответствующие годы в пятилетних возрастных диапазонах. С использованием значений стандарта и возрастной численности населения изучаемых территорий были получены «ожидаемые» числа умерших для каждой

возрастной группы и суммарно для отдельных территорий за соответствующий год. После этого по данным об абсолютном числе умерших на изучаемых территориях, общем «ожидаемом» числе умерших и общему коэффициенту смертности стандарта были вычислены стандартизованные коэффициенты смертности за 1989, 1999, 2010–2015 гг.

Стандартизованный коэффициент общей смертности (СКОС) территорий ГДМК в 1989 г. был на 7,0 % выше среднего по Мурманской области и на 4,8 % выше среднего по Российской Федерации. При этом грубый интенсивный коэффициент общей смертности территорий ГДМК в 1989 г. достоверно не отличался от среднеобластного и был ниже среднего по Российской Федерации на 44,0 %. В последующие десять лет темпы прироста СКОС по Мурманской области и Российской Федерации были выше, чем по территориям ГДМК, что к 1999 г. обусловило более низкий уровень СКОС территорий ГДМК: ниже среднего значения по Мурманской области на 6,5 % и ниже Российской Федерации на 2,5 %. Следующие десять лет темп прироста СКОС территорий ГДМК, напротив, был выше, чем в Мурманской области и Российской Федерации. К 2010 г. это привело к превышению СКОС территорий ГДМК уровнем Мурманской области на 6,0 %, Российской Федерации на 11,0 %. Последние годы разрыв уровней СКОС территорий ГДМК продолжал увеличиваться и в 2015 г. составил в сравнении с Мурманской областью +7,3 %, с Российской Федерацией — +21,3 % (рис. 9).

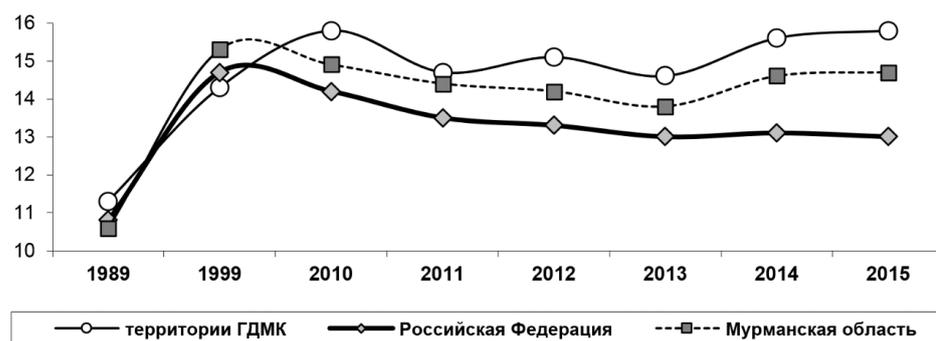


Рис. 9. Динамика стандартизованных коэффициентов смертности территорий ГДМК, Мурманской области и Российской Федерации в 1989–2015 гг., %

На фоне меняющейся демографической ситуации в Мурманской области происходят значительные «качественные» изменения в состоянии здоровья населения. Результаты многочисленных исследований позволяют утверждать, что основной трудностей сохранения здоровья населения северных территорий является влияние экстремальных климатогеографических условий высоких широт, которые делают организм человека более чувствительным к социальным и экономическим коллизиям. Расположение Мурманской области севернее полярного круга создает обусловленные физико-географическими факторами сложности в организации условий труда и быта населения, соответствующих физиологическому равновесию со средой [40, 84, 117, 137, 166, 182]. Высокая метеорологическая активность отрицательно сказывается на функциях всех органов и систем человеческого организма, необычность периодики дня и ночи

вызывает ряд физиологических срывов, своеобразие геохимического состава почв и вод также не может не влиять на человека. Высокая миграция населения создает в его составе значительную прослойку лиц, находящихся в состоянии акклиматизации и адаптации, а активная сезонная миграция способствует распространению реакклиматизационных процессов. Непродуманность социально-экономических преобразований в северных регионах привела к значительному росту заболеваемости и смертности, связанных, прежде всего, с увеличением стрессовых воздействий на население. Хронические заболевания у пришлого населения Заполярья возникают на 8–10 лет раньше, отмечается преждевременное старение, а продолжительность жизни сокращается на 10–15 лет. Более того, после проживания на Севере более 15–20 лет пришлое население приобретает негативные качества здоровья, которые сужают адаптивные свойства организма и в ряде случаев не позволяют безболезненно осуществить обратную миграцию в более комфортабельные географические зоны [33, 39, 40, 44, 66, 107, 116, 181, 198, 221].

Для характеристики частоты возникновения и распространения заболеваний населения используется форма федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения». Однако при оценке показателей заболеваемости по обращаемости необходимо учитывать факторы, определяющие уровень этой заболеваемости. Заболеваемость по обращаемости не отражает истинную распространенность заболеваний. Из самого названия «заболеваемость по обращаемости» следует, что говорить об истинном размере изучаемого явления не представляется возможным, так как сама обращаемость населения в амбулаторно-поликлинические учреждения зависит от множества условий. В первую очередь, следует учитывать медицинскую активность населения, которая зависит как от особенностей индивидуума, так и от сложившихся стереотипов поведения населения в отношении к своему здоровью и здоровью окружающих. Во многом уровень обращаемости определяет доступность медицинской помощи, характеризующаяся возможностью попасть на прием к врачу первичного звена, быстро и качественно получить консультации необходимых специалистов, провести диагностические исследования. На заболеваемость по обращаемости влияет квалификация врачей и уровень развития диагностической базы учреждения здравоохранения. Также следует учитывать возможность обращения населения в негосударственные учреждения здравоохранения. Существенное влияние на уровень заболеваемости оказывают постановка учета заболеваний, автоматизация процесса учета и обработки информации о заболеваниях, используемое для этого программное обеспечение [45, 65, 79]. Поэтому сведения о числе заболеваний, зарегистрированных при обращениях, нужно осторожно использовать для оценки частоты возникновения и распространения заболеваний среди населения. Уровень регистрируемых заболеваний при обращении за медицинской помощью сегодня в значительной степени характеризует доступность и качество оказания медицинской помощи, поэтому высокие уровни заболеваемости по обращаемости в ряде случаев следует считать положительным явлением.

Таким образом, анализ заболеваемости детского населения (0–14 лет) показал, что средний уровень общей заболеваемости города Мончегорска

не отличается от среднеобластного и составляет 2004,6 и 2045,9 на 1000 детей соответственно. Уровень первичной заболеваемости детей, проживающих в городе Мончегорске, также не отличается от среднеобластных (1657,9 и 1656,0 на 1000 детей соответственно). Однако следует отметить, что заболеваемость детского населения Мурманской области примерно на 40,0 % выше, чем по России в целом.

Это можно объяснить воздействием целого ряда неблагоприятных факторов: суровый субарктический климат, загрязнение окружающей среды, социально-экономическая нестабильность, анализ которых не входит в задачи данной работы.

Оценка структуры заболеваемости детей, проживающих в городе Мончегорске, показала, что высокий уровень выбрасываемого в атмосферу диоксида серы не оказывает влияния на рост заболеваний респираторной системы. Отсутствуют и проявления мутагенных факторов: уровень врожденных аномалий и новообразований ниже по сравнению со средними показателями по области. Относительно низкий уровень заболеваний мочеполовой системы у детского населения противоречит представлениям о повышенной распространенности нефротоксических реакций.

Статистические исследования не подтверждают наличия каких-либо особенностей уровня или структуры заболеваемости среди детского населения города Мончегорска по сравнению со среднеобластными показателями, поэтому для изучения влияния токсичных металлов на уровень здоровья детей города Мончегорска необходимо провести специальные исследования.

1.3. Медико-экологическое значение минеральных элементов

В. И. Вернадский, создавший новую науку — биогеохимию, впервые поднял вопрос о биологической роли микроэлементов как важнейших факторов среды обитания. Признание физиологической роли микроэлементов стало возможным только в результате построения общей биологической теории, связывающей содержание микроэлементов в окружающей среде с их накоплением в организмах и ролью в явлениях жизнедеятельности [2, 18, 19].

Согласно теории последователя В. И. Вернадского — А. П. Виноградова, создавшего учение о биогеохимических провинциях, от химического элементного состава среды обитания организмов зависит их морфологическая и физиологическая изменчивость, размножение, рост и развитие [20]. Нарушение баланса химических элементов в среде вызывает, как известно, тяжелые патологоанатомические изменения в организме человека и животных (уровская болезнь, стронциевый рахит, кариес зубов, флюороз, эндемическая подагра, зоб, озена и др.). Известно, что в условиях тропического климата наблюдается низкорослость населения, что объясняется, по-видимому, типичным для народов тропического пояса рационом, бедным белками животного происхождения и кальцием. При геохимических эндемиях дефицит минеральных веществ в природе вызывает компенсаторные явления, отражающиеся в строении тела и состоянии внутренней среды организма [97, 130, 183, 204, 207, 224].

Исследование живых организмов показало, что в их состав входит более семидесяти микроэлементов. Это близко к количеству элементов таблицы Менделеева, если исключить нейтральные газы и элементы, полученные

искусственным путем. Однако если на долю таких элементов, как углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, кальций, натрий, калий, железо, йод приходится около 99,5 % всего массового содержания элементов в организме, то остальные более шестидесяти элементов составляют едва 0,5 % от общей массы тела, что позволило присвоить им название микроэлементов. В биологии и медицине, однако, принято понимать под микроэлементами несколько более ограниченную часть редко встречающихся элементов в составе организма, а именно те из них, которые участвуют в жизненно важных функциях и удаление которых существенно сказывается на показателях гомеостаза организма [48, 75, 113, 172, 178, 200].

Необходимо отметить, что ряд микроэлементов, широко представленных в природе, редко встречается в организме. Кремний, полуметаллы и некоторые другие элементы обнаруживаются в значительных количествах в природе, но не играют сколько-нибудь важной роли в организме и содержатся в нем в минимальных количествах. В этом проявляются особенности жизни — активное и избирательное использование элементов внешней среды для поддержания гомеостаза и построения своего тела вне зависимости от широко меняющихся параметров внешних условий. Однако как пределы концентраций нужных организму элементов, так и пределы выведения нежелательных элементов из организма имеют естественные границы и состав внешней среды весьма существенен для нормальной жизнедеятельности [7, 28, 76, 136, 187, 207, 252].

В настоящее время агрессивность внешней среды, обусловленная антропогенным загрязнением, в том числе и микроэлементами, настолько серьезна, что ее нельзя игнорировать. В последние годы все отчетливее проявляется зависимость состояния здоровья человека от экологической ситуации. В результате издержек научно-технического прогресса человечество оказалось заложником искусственно им же созданной биологической системы, которая, в свою очередь, отрицательно влияет на здоровье человека. Ежегодная эмиссия в атмосферу таких соединений, как диоксид серы, окись азота, твердых веществ, летучих органических соединений, только на территории России составляет более 50 млн тонн (около 300 кг на одного жителя). В атмосферу попадают свинец, мышьяк, сурьма, ванадий, марганец, хром, никель, фтор, цинк от десятков до тысяч тонн ежегодно [1, 16, 17, 50, 63, 115, 200]. Поступающие в атмосферу загрязнения распространяются на достаточно большие расстояния в концентрациях, значительно превышающих ПДК. В дальнейшем они частично оседают на почвенный покров и водные пространства, в некоторых случаях образуются искусственные биогеохимические провинции [54, 145, 159, 165, 210, 222].

Некоторые индустриальные города представляют собой экстремальные зоны обитания, их следует рассматривать как регионы интенсивного загрязнения. Так, средний уровень загрязнений для микроэлементов, таких как вольфрам, ртуть, кадмий, свинец, сурьма, молибден, цинк, медь, никель и кобальт, во много раз выше в городах по сравнению с природным ландшафтом. Среди микроэлементов-загрязнителей преобладают элементы с повышенной «экотоксичностью» [70, 114, 164, 208, 230, 248].

Специалистами, изучающими геохимию окружающей среды, установлено, что в условиях умеренных широт в регионах, значительно удаленных от урбанизированных зон, суточное фоновое выпадение аэрозольных загрязнений составляет 9,75 кг на 1 км². В то же время в урбанизированных

зонах эти показатели в 20–50 раз возрастают и в среднем достигают 200–500 кг. Максимальное загрязнение составило 5739 кг/км², что в 600 раз превышает суточную фоновую величину [93, 235].

Микроэлементное загрязнение окружающей среды представляет наибольшую опасность для индустриально развитых стран. Известно, что по соседству со многими промышленными предприятиями образуются постоянно расширяющиеся техногенные биогеохимические провинции с повышенным содержанием в биосфере свинца, мышьяка, фтора, ртути, кадмия, марганца, никеля и других элементов. Однако не только вблизи с промышленными предприятиями определяются микроэлементные загрязнения, но и на значительном отдалении, они возникают в результате трансгрессии загрязнителей воздушными потоками. Особое значение ветровое распространение загрязнений имеет в условиях Севера [206, 209, 244].

В настоящее время становится очевидным сближение эффекта производственных вредностей на работающих людей и людей, проживающих в непосредственной близости от производства. Помимо промышленных предприятий экологическая ситуация в городах обостряется из-за автотранспорта. Государственной службой наблюдения за состоянием окружающей среды ежегодно выделяются города как с наименьшим, так и с наибольшим уровнями загрязнения воздуха. По официальной статистике, только 15,0 % городского населения России проживает на территориях с загрязнением атмосферы, не превышающем гигиенические нормативы, в 84 городах и промышленных центрах регистрируются загрязнения выше десяти ПДК [21, 24, 246].

Установлено, что загрязнения окружающей среды химическими веществами малой интенсивности обуславливают ряд сопряженных сдвигов в иммунной системе детей. Отмечены угнетение преимущественно клеточного звена иммунитета, наличие иммуноглобулина (гиперглобулинемии) и высокого уровня спонтанной бласттрансформации лимфоцитов. Выраженность дисбаланса иммунологических показателей и степень функциональных нарушений иммунитета коррелирует с уровнем загрязнения окружающей среды [63, 127, 130, 133].

Для территории России, отличающейся исключительным разнообразием биогеохимических ситуаций, важное практическое значение имеют исследования регионов с экстремальными условиями обитания. Эти аномальные в биогеохимическом отношении регионы и локусы природного и антропогенного происхождения предъявляют значительные требования к адаптационным механизмам организма, в том числе и к обеспечивающим микроэлементный гомеостаз [4, 61, 75, 122, 124, 139, 140].

Установлены закономерные корреляции между климатическими и ландшафтно-биогеохимическими особенностями отдельных регионов страны с одной стороны и распространением ряда заболеваний и синдромов с другой. Так природно-биогеохимические условия Севера, являясь экстремальными, предъявляют к организму повышенные требования в смысле его «биосоциальной платы» за достижение адаптированности. Последняя сопровождается значительной перестройкой обменных процессов. В частности, в условиях Севера происходят существенные изменения микроэлементного гомеостаза в организме человека. Метаболическая перестройка в организме при холодовой адаптации настолько существенна, что позволила А. П. Авцыну

с соавторами сформулировать представление о развитии акклиматизационного дефицита микроэлементов [51, 52, 97, 101, 102, 128, 151].

Показано, что высокая встречаемость железодефицитных состояний жителей Севера обусловлена повышенной потребностью организма в железе вследствие усиления метаболических (анаболических и катаболических) процессов под воздействием экстремальных факторов внешней среды, особенно холода [2, 10, 56, 69].

Понятие об акклиматизационном дефиците микроэлементов в экстремальных условиях обитания ряд исследователей относили только к физиологическим уровням поступления их в организм. В случаях их избыточного поступления, они считали, правильнее говорить об акклиматизационной «блокаде» процессов накопления микроэлементов в организме [97, 168].

Ряд авторов при этом не придавали особого значения как очень низкой жесткости питьевой воды в большинстве северных регионов, так и значению дефицита минеральных веществ в воде в целом (за исключением фтора). Однако другие авторы относятся к этой проблеме не столь однозначно. Низкая минерализация воды признана важным фактором риска развития атеросклероза. В эксперименте показано, что спаивание животным дистиллированной воды приводит к ухудшению всасывания электролитов, нарушению функции гипофизадrenalовой системы и другим расстройствам [97, 102, 141, 200, 234, 250].

Основной путь поступления микроэлементов в организм — с пищей. Поступающие в организм микроэлементы проходят сложный путь: взаимодействие с эндогенным содержанием желудочно-кишечного тракта, всасывание через стенку кишечника, транспорт в кровеносном русле, депонирование (печень, костная система, эктодерма и др.), включение в состав ферментов и других биологически активных структур (гормоны, витамины, компоненты мембран, нуклеиновые кислоты и др.), выведение из организма [12, 25, 212, 218, 245].

Натрий и калий относятся к наиболее распространенным элементам и составляют 2,0 и 1,1 % соответственно от общего числа атомов земной коры. По своим химическим свойствам принадлежат к числу наиболее активных щелочных металлов. Во всем организме содержится примерно 0,1 кг натрия и 0,14 кг калия. Натрий является основным одновалентным катионом внеклеточной среды и составляет более 90,0 % всех катионов плазмы. Калий является основным внутриклеточным одновалентным катионом и содержится в клетках в концентрациях, намного превышающих его содержание во внеклеточной среде. В плазме крови содержание калия в 15–18 раз меньше, чем натрия, а в эритроцитах в 7–8 раз больше. Система регуляции содержания этих металлов в организме весьма динамична, и они обладают малой способностью образовывать устойчивые соединения с белками и нуклеиновыми кислотами [25, 82, 97, 152].

Макроэлементы второй группы (кальций и магний) образуют достаточно стабильные комплексы с ферментами, нуклеиновыми кислотами и другими лигандами. Они действуют как биологические «триггеры», изменяя и/или контролируя функции этих молекул. Например, кальций влияет на сократимость и расслабление мышц [81, 101]. Магний является основным внутриклеточным двухвалентным катионом, а кальций — внеклеточным. В организме человека

содержится примерно 1 кг кальция (в основном в скелете и только около 14,0 г — в мягких тканях) и 19,0 г магния (примерно половина из них в скелете). Важную роль в усвоении кальция и магния играет витамин D. Белки усиливают процессы усвоения, фитин блокирует эти макроэлементы, препятствуя их усвоению. Основными источниками кальция и магния для человека являются молочные продукты, блюда из мелкой рыбы (шпроты) и питьевая вода, обеспечивающая до 30 % потребности в этих элементах [1, 6, 91, 97, 106, 159, 165, 227]. В норме содержание кальция и магния в крови составляет соответственно 100,0 и 27,0–42,0 мг/л, а их уровень в волосах является весьма переменчивым. Дефицит кальция и магния в воде и пище приводит к развитию многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой системы. Низкий уровень этих макроэлементов в организме характерен для северных регионов России, что, по мнению авторов, обусловлено климатическими факторами [97, 67, 72, 126, 142]. Особое значение в развитии сердечно-сосудистых и ряда других заболеваний придается внутриклеточному дефициту магния в организме человека. Этот элемент входит в состав весьма эффективных и широко распространенных препаратов («Панангин», «Аспаркам», «Магнезии сульфат»).

Повышенные концентрации серебра в организме могут проявляться неспецифическими признаками интоксикации. Роль малых концентраций этого металла изучена недостаточно. Нет оснований считать серебро фактором, загрязняющим окружающую среду в Мончегорске. В то же время этот элемент может накапливаться в морских водорослях, значение которых в пищевом рационе жителей Мурманской области постоянно возрастает [62, 97, 220, 222].

Алюминий — один из самых распространенных металлов, на долю которого приходится 8,0 % массы земной коры. При этом общее содержание алюминия в организме человека в норме не превышает 50 мг. Пока нет убедительных данных о физиологическом значении этого металла. Возможность токсического его воздействия в принципе признается, но роль алюминия в развитии конкретных заболеваний нервной системы и некоторых других органов продолжает обсуждаться в литературе [3, 13, 98, 219, 243]. Данные о содержании алюминия в биосредах весьма различаются. Имеются сведения о более высоком уровне алюминия в волосах детей по сравнению со взрослыми. Не установлена прямая зависимость содержания алюминия в организме от его концентрации в воде и пище, однако на этот процесс активно влияет дефицит витамина D [205, 253, 256].

К соединениям мышьяка с древнейших времен существовал двойной подход. Их рассматривали и как сильнейшие яды, и как вещества, обладающие целебными, тонизирующими свойствами. Повышенный уровень содержания мышьяка отмечается в различных морепродуктах, но опасности для здоровья человека они не представляют. Токсичность соединений мышьяка определяется скоростью их выведения из организма. Отравления этим элементом обычно имеют профессиональный или бытовой характер, но могут быть обусловлены и его высоким содержанием в конкретном геохимическом регионе. Содержание мышьяка в волосах здоровых детей составляет 0,04–0,9 мг/кг, а уровень, превышающий 1,0 мг/кг, считается опасным для здоровья [73, 104, 237, 256].

Бор только недавно признан биоэлементом, однако его физиологическая роль точно не установлена. При гиповитаминозе D₃ потребность в боре повышается, и он активно влияет на уровень магния и в меньшей степени

кальция. Полагают, что это действие бора обусловлено его влиянием на паращитовидные железы и стимуляцией выработки паратгормона. Повышенное содержание бора в морских водорослях в этом смысле представляется важным. Содержание бора в крови составляет 0,04–0,36 мг/кг, в волосах — 2,0–8,0 мг/кг [62, 97, 112, 238].

Барий широко используется в различных отраслях промышленности и относится к числу токсичных металлов. В организм он поступает ингаляционно или через желудочно-кишечный тракт. Ткани, содержащие большое количество кальция, обычно содержат и больше бария. Многие соединения бария почти не всасываются в кишечнике. Отравления барием относительно редки. Уровень бария в волосах весьма вариабелен [97, 101].

Бериллий относится к числу наиболее токсичных металлов. Его соли в концентрации 1,0 мкмоль/л ингибируют активность ряда ключевых ферментов. Важную роль в патогенезе поражений бериллием играет аутоиммунный процесс. Мы не располагаем данными о повышении уровня бериллия в Мурманской области [2, 9, 176].

Кадмий одновременно является высоко токсичным металлом и входит в перечень жизненно важных микроэлементов. Он широко используется в промышленности и нередко содержится в повышенной концентрации в зонах техногенного загрязнения. Выведению кадмия из организма способствуют медь и цинк. Самое низкое содержание кадмия отмечено у новорожденных, а максимальное — у лиц в возрасте от 40 до 50 лет. Концентрация кадмия в крови составляет в норме 0,003–0,007 мг/л, а в волосах — 0,12 мг/кг (у жителей средней полосы России уровень кадмия в волосах заметно выше). Анализ волос более объективно отражает уровень накопления кадмия в организме, но еще более точным считается анализ мочи [59, 73, 96, 100, 143, 213, 232, 249, 255].

Кобальт относится к числу весьма важных биоэлементов, так как входит в состав витамина В₁₂ и ряда других ферментов в организме человека. С дефицитом кобальта связывают развитие целого ряда заболеваний. Одновременно с этим кобальт является промышленным ядом. В организм человека он может поступать через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, а также через кожу. Наиболее серьезным проявлением интоксикации этим металлом является развитие кобальтовой кардиомиопатии. Верхним пределом его содержания в крови населения считается 0,4 мг/л, в моче — 0,18 мг/л, в волосах — 0,06 мг/кг [51, 64, 80, 92, 97, 152, 159].

Хром также относят к числу биоэлементов. В организме взрослого человека содержится до 6 мг хрома. Концентрация хрома в пище очень низкая, например, в овощах 0,002–0,05 мг/кг. Применение хрома в промышленности считают умеренно опасным. Отравления хромом у людей обычно случаются при заглатывании хроматов. Среднее содержание хрома в волосах в норме составляет 1,2–3,8 мг/кг. Данные о содержании хрома в крови противоречивы, что обусловлено методическими сложностями [185, 208, 215, 233].

Медь — жизненно важный элемент. Для меди характерен синергизм с марганцем и кобальтом, антагонизм с цинком, железом, магнием. Дефицит меди в организме человека является гораздо большей проблемой, чем избыток этого элемента, особенно в Северо-Западном регионе. Медь входит в состав многих важнейших ферментов, таких как аскорбиназа, цитохромксидаза,

тирозилаза, и ряд других. При дефиците меди развиваются изменения в соединительной и костной тканях, нарушения со стороны центральной нервной системы. Дефицит меди опасен для организма человека, так как приводит к нарушению всасывания железа. Уровень меди в крови в норме составляет 1,0–1,25 мг/л, в волосах — 4,6–34,0 мг/кг [60, 101, 152, 217, 257].

Железо является одним из важнейших для человека микроэлементом. Его суточная потребность составляет 1 мг. Около 75,0 % этого количества предназначено для образования эритроцитов. Железо необходимо для синтеза гемоглобина и миоглобина и содержится в системе цитохромов по всему организму. Из общего количества железа, содержащегося в организме, 70,0 % приходится на долю гемоглобина, 20,0 % на долю ферритина и гемосидерина, 5,0 % на долю миоглобина и 5,0 % связано с ферментами во многих тканях. Двухвалентное железо абсорбируется через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и попадает в кровь в виде трехвалентного железа, связанного с трансферрином, специфическим β_1 -глобулином. Трехвалентное железо или транспортируется в костный мозг и задействуется в эритропоэзе, или хранится в виде запасов ферритина или гемосидерина. Железо обладает низкой токсичностью, и гораздо более важной проблемой, особенно для северных регионов, является дефицит этого элемента. Увеличение содержания железа в диете ограничивает связывание свинца. Уровень железа в цельной крови в норме составляет 450,0 мг/л, в волосах детей — от 23,0 (в северных регионах) до 98,0 мг/кг [97, 101, 211, 215, 226, 236].

Марганец относится к числу важных микроэлементов, но в высоких концентрациях это нейротропный яд. Большое число ферментов обладает специфической потребностью в марганце. Он активно влияет на обмен кальция, фосфора, железа, меди и цинка. Избыток в пище кальция снижает абсорбцию марганца. Его нормальное содержание в крови составляет 0,08–0,22 мг/л, в волосах — 0,08–3 мг/кг [55, 68, 175, 231].

Молибден относится к числу микроэлементов и является физиологическим антагонистом меди. Предполагается связь избытка молибдена в пище с развитием подагры. Токсичность молибдена не велика. Его нормальное содержание в крови составляет 0,015 мг/л, в волосах — до 60,0 мг/кг [2, 133, 152].

Никель входит в число биоэлементов, однако никельдефицитные состояния у человека не описаны. Токсичность никеля не высокая. Он может поступать в организм через желудочно-кишечный тракт, легкие и кожу. При повышении его концентрации в организме отмечено нарушение функции ряда органов и систем. Известно и канцерогенное действие никеля. Угрозу представляют локальные техногенные геохимические аномалии, формирующиеся вблизи предприятий по переработке никеля. Этот металл является одним из важнейших загрязнителей окружающей среды, и его выбросы в атмосферу постоянно возрастают. Имеются данные о повышении содержания никеля в организме детей, проживающих в зонах техногенного загрязнения данным элементом. Среднее содержание никеля в волосах детей, проживающих в центральных регионах России, составляет 7 мг/кг, в крови — 0,08–0,12 мг/л [26, 144, 202, 215, 229, 242, 247, 251].

В настоящее время свинец является приоритетным загрязнителем окружающей среды. Его промышленные и транспортные выбросы превышают 4 млн т в год, а высокие кумулятивные свойства делают его особенно опасным.

Наиболее чувствительны к воздействию свинца дети. Имеются данные о том, что накопление свинца в организме эффективнее происходит при дефиците кальция (химическом антагонисте свинца). При хронической свинцовой интоксикации поражается нервная, сердечно-сосудистая и другие важные системы. Анализ крови и волос на содержание этого металла эффективны для оценки уровня его накопления в организме. Установлен допустимый предел содержания свинца в крови для взрослых (0,2 мг/л) и детей (0,08–0,12 мг/л), а также в волосах детей (до 9,0 мг/кг). Данные многих авторов показывают, что реальные значения этих показателей у населения городов обычно более высокие [77, 114, 121, 148, 214, 220, 228].

Сурьма давно используется в промышленности, но низкая ее токсичность и отсутствие специфической сурьмяной патологии определила малый интерес исследователей к накоплению этого элемента в организме человека [97, 101].

Олово относится к числу биоэлементов, однако специфический дефицит его не описан. В организме человека не накапливается даже при избыточном поступлении, однако известны случаи профессиональных отравлений [206, 222].

Селен содержится в организме человека в очень малом количестве (0,02 мг/л крови), однако является одним из важных биоэлементов, дефицит которого приводит к развитию ряда тяжелых заболеваний. В повышенных концентрациях весьма токсичен. Описаны биогеохимические аномалии с высоким содержанием селена в воде и почве техногенного и природного происхождения [28, 29, 147, 222, 257].

Кремний относится к числу наиболее распространенных элементов земной коры. В организме человека он принимает участие в формировании костной, хрящевой и соединительной тканей. Кремнийдефицитные состояния пока не описаны. Избыток кремния в питьевой воде вызывает уролитиаз, а высокое его содержание во вдыхаемой пыли приводит к развитию силикоза. Многие авторы отмечают высокую вариабельность содержания кремния в биосубстанциях обследованных контингентов [97, 197, 230].

По химическим свойствам стронций является аналогом кальция, но не способен полностью заменить кальций в биологических процессах. В некоторых районах, где вода и растения богаты стронцием, у человека может развиваться стронциевый рахит и другие нарушения минерального обмена. Альгиновая кислота обладает большим сродством к стронцию, чем к кальцию, что позволяет использовать ее для избирательного удаления стронция из организма [71, 97, 99, 101].

Титан и иттрий относительно широко распространены в природе. Данных об их токсичности нет, и медико-экологическое значение этих элементов до конца не определено [97, 222].

Таллий относится к числу токсичных элементов (первый класс опасности). Его содержание в окружающей среде и организме человека в норме незначительно, однако имеют место как зоны техногенного загрязнения этим элементом, так и природные геохимические аномалии [222, 239].

Ванадий является важным регулятором обменных процессов в организме человека, однако незначительное содержание этого элемента в биосубстратах затрудняет проведение исследований. Токсичность ванадия не велика [14, 152].

Цинк — один из наиболее распространенных необходимых металлов в организме человека. Его суточное потребление в норме составляет 0,3 мг/кг. Цинк является антагонистом меди и селена. Дефицит цинка характеризуется задержкой роста, репродуктивными и обменными нарушениями у человека.

Он не рассматривается как промышленно опасный элемент. У детей его содержание в крови составляет 2,5–8,0 мг/л, в волосах — 150,0 мг/кг [52, 78, 179, 186, 225, 240, 241, 254, 257].

Таким образом, на минеральный обмен северян одновременно действуют несколько разнонаправленных процессов: техногенное загрязнение окружающей среды производственными выбросами, автотранспортом и бытовыми отходами; характерная для северян «блокада» усвоения микроэлементов, а также региональный дефицит основных витаминов и минеральных веществ [10, 11, 30, 53, 122, 159].

Вышеуказанные особенности обосновывают необходимость оценки и безопасности применения широко рекламируемых средств для выведения тяжелых металлов из организма. Данные о низком уровне жизненно важных биоэлементов у северян позволяют опасаться, что природные сорбенты приведут к снижению в организме концентрации не только токсичных металлов. Такие исследования ранее также не проводились.

Для биомониторинга тяжелых металлов в популяциях обычно используют определение их концентраций в крови, волосах и моче. При исследовании содержания большого числа металлов наиболее универсальными являются две первые пробы, так как некоторые металлы выделяются преимущественно с калом. Анализы крови отличаются большей точностью, но кровь — очень динамичная система, и такие исследования не позволяют получить интегральную оценку содержания элементов в организме на протяжении недель и месяцев. Анализ волос на содержание металлов также не лишен ряда недостатков: отмечены существенные региональные и возрастные различия, необходимо исключить влияние средств ухода за волосами [82, 205, 223]. Вместе с тем в нашей стране при обследовании детей в экологически неблагоприятных регионах именно этот метод нашел наибольшее применение [73, 77, 105, 160]. Это связано с простотой забора материала, безопасностью для здоровья детей, корреляцией уровня многих тяжелых металлов в волосах с содержанием в других органах и тканях, возможностью оценки степени систематического длительного воздействия металлов на организм ребенка.

Для повышения точности анализа минерального состава волос были сформулированы определенные требования, а именно:

- 1) оценка результатов проводится в группах численностью 15 и более детей;
- 2) исследования проводятся у мальчиков примерно десятилетнего возраста;
- 3) контрольная группа подбирается из детей, проживающих в аналогичном геохимическом регионе и использующих сходную по составу питьевую воду и пищу;
- 4) стандартизация методики предварительной обработки волос;
- 5) в связи с отсутствием стандартов содержания элементов в волосах, результаты не должны использоваться для заключения специалистов в области профессиональной гигиены (только предварительная оценка или исследование общих тенденций накопления металлов в популяции) [94, 105, 174, 216]. Для выработки таких стандартов необходимо знание всех факторов, влияющих на уровень накопления металлов в волосах, что требует продолжения исследований.

В литературе имеются единичные сообщения о содержании макро- и микроэлементов у детей города Мончегорска. У этой группы населения были выявлены признаки дефицита кальция, повышение содержания свинца и никеля в организме. Число обследованных и спектр изучаемых микроэлементов были

весьма ограничены, что позволяет считать данный вопрос малоизученным. Не было также сообщений об эффективных схемах коррекции минерального обмена у детей Мончегорска с учетом техногенного загрязнения и северного дефицита макро- и микроэлементов у детей [22, 47, 120, 123].

Единичные работы в этом направлении свидетельствовали о присутствии эффекта «блокады» накопления макро- и микроэлементов у жителей области. Отмечался также повышенный уровень содержания токсичных металлов (свинца, никеля и кадмия) у детей. Выявленные нарушения минерального обмена у людей в связи с дефицитом или избытком тех или иных элементов стимулировали поиск различных методов коррекции этих нарушений. К таковым можно отнести употребление минеральных вод определенного состава, специальные диеты, использование пищевых добавок, содержащих сорбенты или минералы, лекарственные препараты (например, «Аспаркам»). Немало выпускается сейчас и витаминно-минеральных комплексов [23, 38, 97].

При всем многообразии работ в этом направлении недостаточно внимания уделялось оценке воздействия предложенных схем на минеральный состав организма в целом. Например, сорбенты могут способствовать выведению не только токсичных металлов, но и жизненно важных биоэлементов. Такая опасность для жителей Севера представляется вполне реальной с учетом особенностей их минерального обмена.

Среди используемых методов коррекции минерального обмена привлекли внимание сорбирующий яблочный пектин и морская капуста, или ламинария. Они безопасны для детей, что подтверждается длительной историей их использования, в том числе в условиях Севера. Сорбирующий яблочный пектин способен эффективно выводить из организма токсичные металлы [80, 173, 184]. Ламинария содержит сбалансированный состав необходимых микроэлементов и является привычным для северян пищевым продуктом [49, 108, 110, 131, 135, 167, 171].

Таким образом, в научной литературе имеются многочисленные данные об изменении концентрации макро- и микроэлементов в организме детей и взрослых в зонах техногенного загрязнения, а также о неблагоприятных последствиях накопления тяжелых металлов [23, 58, 127, 129, 157].

В литературе имеются сообщения, посвященные различным методам коррекции минерального обмена у отдельных групп населения, в том числе детей, но весьма редко результаты исследований оценивались на основе изучения содержания минеральных веществ (с учетом их взаимосвязи) в крови до и после предложенного курса профилактической терапии [23, 58, 71, 83, 95, 108, 129, 135, 143, 149, 151, 167, 173, 184]. Все вышеизложенное обосновывает необходимость углубленного изучения содержания макро- и микроэлементов в организме детей, проживающих на территориях вблизи крупных промышленных объектов, и разработки методов коррекции выявленных нарушений с учетом геохимических особенностей региона и техногенного загрязнения окружающей природной среды.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки влияния техногенных загрязнений окружающей среды на концентрацию макро- и микроэлементов в волосах обследуемых контингентов рекомендуется проводить исследования у мальчиков в возрасте примерно десяти лет [11, 216]. Были обследованы 54 практически здоровых ребенка мужского пола в возрасте от 9 до 11 лет (первая группа), проживающих в центральной части города Мончегорска Мурманской области (табл. 14). В данной группе пробы волос были взяты в конце февраля. В середине марта была отобрана и обследована аналогичная по полу и возрасту группа детей из города Мончегорска численностью 26 человек. В данную группу включали детей, часто болеющих простудными заболеваниями (более трех раз в году за последние два года), но не имеющих клинически выраженных органических изменений в органах дыхания (вторая группа). Предполагалось, что частые простудные заболевания могут быть следствием иммунодефицита из-за накопления в организме ребенка токсичных металлов или недостаточности жизненно важных биоэлементов. У детей второй группы были взяты анализы волос и крови. Последний был повторен после месячного курса сорбирующего напитка и морской капусты (конец апреля).

В состав третьей группы вошли двадцать практически здоровых мальчиков 9–11 лет, проживающих в городе Кировске Мурманской области. Отбор проб волос был проведен в марте. Необходимость данной контрольной группы обусловлена аналогичными климатическими условиями, что и у города Мончегорска, при отсутствии существенного загрязнения воздушной среды. Питьевая вода в городе Кировске не содержит существенных концентраций никеля и меди, но отличается еще меньшим содержанием кальция и магния. Вместе с тем аэрогенное загрязнение почвы никелем в городе Кировске все же зарегистрировано [3, 22, 27, 67, 158, 199, 222].

Таблица 14

Группы исследуемых	
Первая группа	54 практически здоровых мальчика 9–12 лет, проживающих в г. Мончегорске
Вторая группа	26 часто болеющих простудными заболеваниями мальчиков 9–12 лет, проживающих в г. Мончегорске
Третья группа	20 практически здоровых мальчиков 9–11 лет, проживающих в г. Кировске Мурманской области
Четвертая группа	16 практически здоровых мальчиков 9–12 лет, проживающих в г. Санкт-Петербурге
Пятая группа	19 практически здоровых мальчиков 9–11 лет, проживающих в г. Белгороде

В состав шестой группы вошли двадцать работников АО «Кольская ГМК» (площадка «Мончегорск») в возрасте от 34 до 45 лет (родители детей первой группы). Шестеро из них работало во вредных условиях (двое в цехе электролиза никеля и четверо в металлургическом цехе), а остальные подвергались существенно

меньшему вредному воздействию (заводуправление, автотранспортный и ремонтный цеха). Ограниченная численность данной контрольной группы определялась задачами, поставленными в данной работе. Отбор проб волос проводился в первой половине апреля.

В состав седьмой группы вошли 32 взрослых, родители детей четвертой группы, проживающих в городе Санкт-Петербурге.

Мытье волос шампунем перед отбором проб исключалось. Вечером накануне исследования волосы мыли детским мылом и хорошо промывали водой. Пластмассовыми ножницами в области затылочной части головы, возле корней, срезалось 1,0–2,0 г волос. Отбор проб цельной крови для определения микроэлементного состава проводился в стерильные пробирки (lithium-heparin vacutainer) емкостью 5,0 мл (Venoject 5 ml VT-050SHL, Бельгия) с использованием специальных инъекционных игл (Venoject multi-sample 21Gx1½ U.T.W. 0,8 × 40 mm, Бельгия). Отбор проб холодной питьевой воды осуществлялся в нескольких районах населенного пункта (в домах, где проживает кто-нибудь из обследованной группы населения) в чистые полиэтиленовые контейнеры емкостью 30 мл (Universal Container, Nalge Nunc Int. Corp., NY, USA). Емкости заполнялись из-под водопроводного крана после десятиминутного пропускания питьевой воды [94, 96, 150].

Исследования микроэлементного состава цельной крови, волос и питьевой воды на 29 микроэлементов проводились методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (ИСП-АЭ) на спектрометре TRACE Analyzer ICAP61E фирмы Thermo Jarrell Ash (USA) после перевода точной навески исследуемого образца в раствор азотной кислотой и пероксидом водорода (33 %). Основные метрологические характеристики метода ИСП-АЭ приведены в табл. 15. Для проведения данной работы был выбран период с февраля по апрель, так как в холодное время года на результаты исследования могли повлиять простудные заболевания, в мае на состав питьевой воды оказывают влияние металлы, содержащиеся в снежном покрове.

Таблица 15

Основные метрологические характеристики метода ИСП-АЭ

Химический элемент	Диапазон измерения ИСП-АЭ, данные ЦИКВ, мг/дм	Относительная погрешность измерения для ИСП-АЭ, %
1	2	3
Ag	0,005–50	16
Al	0,010–50	30–10
As	0,005–50	40–15
B	0,010–15,0	40–10
Ba	0,001–5,0	25–10
Be	0,0001–10	20–10
Ca	0,01–50	5
Cd	0,00010–10	30–10

1	2	3
Co	0,001–10	20–10
Cr	0,001–50	20–10
Cu	0,001–50	50–10
Fe	0,05–50	25–10
K	0,05–500	10
Mg	0,005–50	16–10
Mn	0,001–10	30–15
Mo	0,001–10	20–10
Na	0,50–500	20–10
Ni	0,001–10	40–10
Pb	0,001–10	50–25
Sb	0,005–50	20–10
Se	0,005–10	20–10
Si	0,05–5,0	16–5
Sn	0,005–5,0	40–10
Sr	0,001–10	10
Ti	0,001–50	40–10
Tl	0,005–10	25–5
V	0,001–50	20–10
Y	0,001–10	40–10
Zn	0,005–50	35–15

Примечание. ЦИКВ — Центр исследования качества воды, г. Санкт-Петербург.

Для коррекции минерального обмена у детей города Мончегорска была использована свежемороженая морская капуста, собранная в районе Терского берега Белого моря (Мурманская область), — экологически чистый район. Морская капуста богата рядом микроэлементов (табл. 16), витаминами и альгиновой кислотой, способной выводить тяжелые металлы из организма [49, 57, 62, 135, 108]. 100,0 г ламинарии смешивали с примерно равным количеством других овощей и зеленью, заправляли растительным маслом. Такое блюдо дети получали ежедневно в школе или дома с обедом.

Таблица 16

Содержание макро- и микроэлементов в сухом веществе морской капусты

Химический элемент	Класс, %	Значение n
1	2	3
Алюминий	$n \cdot 10^{-3}$	5,8–6,2
Бор	$n \cdot 10^{-2}$	0,3–4,0
Бром	$n \cdot 10^{-2}$	3,4–13,6

1	2	3
Ванадий	$n \cdot 10^{-3}$	1,6
Железо	$n \cdot 10^{-1}$	0,9–1,9
Иод	$n \cdot 10^{-1}$	1,0–8,0
Кадмий	$n \cdot 10^{-5}$	1,4
Калий	$n \cdot 10$	0,64–0,78
Кальций	$n \cdot 10^{-1}$	2,0–2,9
Кобальт	$n \cdot 10^{-4}$	1,5
Кремний	$n \cdot 10^{-1}$	4,6–6,5
Магний	$n \cdot 10$	0,1–0,21
Марганец	$n \cdot 10^{-3}$	0,6–1,5
Молибден	$n \cdot 10^{-5}$	1,69,6
Мышьяк	$n \cdot 10^{-4}$	0,7–5,0
Натрий	$n \cdot 10$	0,36–0,38
Никель	$n \cdot 10^{-5}$	0,2–8,3
Радий	$n \cdot 10^{-6}$	1,0–56
Рубидий	$n \cdot 10^{-4}$	0,6–1,0
Сера	$n \cdot 10$	0,07–0,19
Стронций	$n \cdot 10^{-2}$	0,2–2,0
Титан	$n \cdot 10^{-4}$	5,4–6,0
Фосфор	$n \cdot 10^{-1}$	3,1–5,5
Хлор	$n \cdot 10$	0,98–1,47
Цинк	$n \cdot 10^{-3}$	1,8–2,7

Кроме того, утром (после первого урока) дети из данной группы получали в разовой упаковке 200,0 мл обогащенного пектином яблочного напитка «Альгапект» (ТУ 9185-011-48014626-2000, гигиеническое заключение № 78.1.8.918. Т.3985.5.0 от 16 мая 2000 г.). Одна доза напитка содержит 1,0 г низкоэтерифицированного пектина (степень этерификации 37,0 %), а также концентрат натурального сока, витамин С, сорбат калия, сахар. Данный напиток эффективно связывает и выводит из организма токсичные металлы и радионуклиды [27, 80, 83, 184].

Объектом исследования для изучения заболеваемости населения города Мончегорска являлись данные, полученные на основании выкопировки показателей по классам заболеваний детей в возрасте 0–14 лет из ежегодных статистических отчетов (форма № 12). Состояние здоровья детского населения оценивалось по уровню общей заболеваемости.

Обработка полученных данных проводилась на персональной электронно-вычислительной машине с процессором 80486/487 Intel Inside с использованием программ статистической обработки Excel 6.0 for Windows, SAS (Statistic Analytical System).

Применялись стандартные статистические и математические функции автоматизированных программ. При оценке результатов статистически достоверным принимался уровень различий при $P < 0,05$ [46, 156].

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Сравнительная оценка содержания элементов в волосах населения, проживающего в различных геохимических регионах России

Промышленные выбросы АО «Кольская ГМК» содержат значительное количество тяжелых металлов. Это приводит к выраженному загрязнению окружающей среды. Высказывается мнение о накоплении тяжелых металлов в организме детей города Мончегорска и, как следствие, ухудшении состояния их здоровья. Проводившиеся ранее исследования в этом направлении недостаточно учитывали возрастные и региональные особенности накопления минералов, взаимосвязь между ними. Все это определило необходимость проведения комплексных исследований содержания макро- и микроэлементов у детей Мончегорска, их сопоставления с данными обследования ряда контрольных групп, в том числе в других регионах.

Результаты сравнительного исследования минерального состава волос практически здоровых детей, проживающих в различных геохимических регионах, приведены в табл. 17.

Таблица 17

Содержание металлов в волосах практически здоровых детей, проживающих в различных геохимических регионах ($M \pm m$)

Химический элемент	Концентрация минералов в волосах детей, мг/кг			
	Мончегорск n = 54	Кировск n = 20	Санкт-Петербург n = 16	Белгород n = 19
1	2	3	4	5
Ag	< 0,8	< 0,8	< 0,5	< 1,0
Al	9,4 ± 2,1	15,6 ± 3,7	19,1 ± 7,8	68,2 ± 18,8
As	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0
B	2,27 ± 1,01	1,28 ± 0,52	1,09 ± 0,64	2,75 ± 0,86
Ba	0,93 ± 0,36	1,23 ± 0,53	3,88 ± 1,98	5,95 ± 1,81
Be	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ca	216 ± 52	319 ± 150	1128 ± 598	6421 ± 875
Cd	0,16 ± 0,10	0,13 ± 0,05	0,11 ± 0,08	0,39 ± 0,13
Co	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cr	1,23 ± 0,36	1,46 ± 0,49	0,65 ± 0,29	9,35 ± 2,82
Cu	10,0 ± 1,3	8,7 ± 1,0	10,1 ± 2,2	18,9 ± 4,3
Fe	18,6 ± 3,4	23,8 ± 7,5	44,7 ± 20,7	260,5 ± 71,5
K	184 ± 169	291 ± 282	144 ± 164	199 ± 83
Mg	25,8 ± 7,1	40,3 ± 19,8	135,1 ± 82,4	674,7 ± 161,2
Mn	0,51 ± 0,23	0,60 ± 0,35	2,55 ± 1,51	9,84 ± 2,26
Mo	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

1	2	3	4	5
Na	367 ± 285	453 ± 324	449 ± 346	533 ± 91
Ni	1,05 ± 0,44	0,86 ± 0,52	3,62 ± 2,51	7,85 ± 4,03
Pb	3,64 ± 2,31	2,18 ± 0,84	1,52 ± 0,93	3,77 ± 1,55
Sb	5,60 ± 3,14	5,71 ± 3,48	< 0,4	30,0 ± 28,5
Se	< 1,0	< 1,0	< 0,4	< 1,0
Si	11,3 ± 7,5	18,1 ± 13,3	32,0 ± 21,7	31,3 ± 9,1
Sn	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Sr	0,60 ± 0,29	3,01 ± 2,31	6,41 ± 4,42	52,47 ± 6,17
Ti	0,31 ± 0,09	0,57 ± 0,28	0,53 ± 0,48	3,10 ± 0,93
Tl	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
V	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,22 ± 0,07
Y	< 0,05	< 0,05	–	< 0,1
Zn	155 ± 21	148 ± 22	168 ± 49	222 ± 29

Концентрация кальция и магния в волосах детей, проживающих в городе Белгороде, оказалась в десятки раз выше, чем у детей Мурманской области ($P < 0,01$). Скорее всего, это связано со значительными (на два порядка) различиями в содержании двухвалентных макроэлементов в питьевой воде (рис. 10). Уровень кальция и магния в волосах детей и питьевой воде Санкт-Петербурга занимал промежуточное значение. Несколько более высокое содержание кальция и магния у детей третьей группы по сравнению с первой ($P > 0,05$) может быть обусловлено большим содержанием бора в питьевой воде города Кировска. Концентрация кальция в волосах более 430,0 мг/кг была отмечена у 20,0 % детей третьей группы и не обнаруживалась в первой ($P < 0,05$).

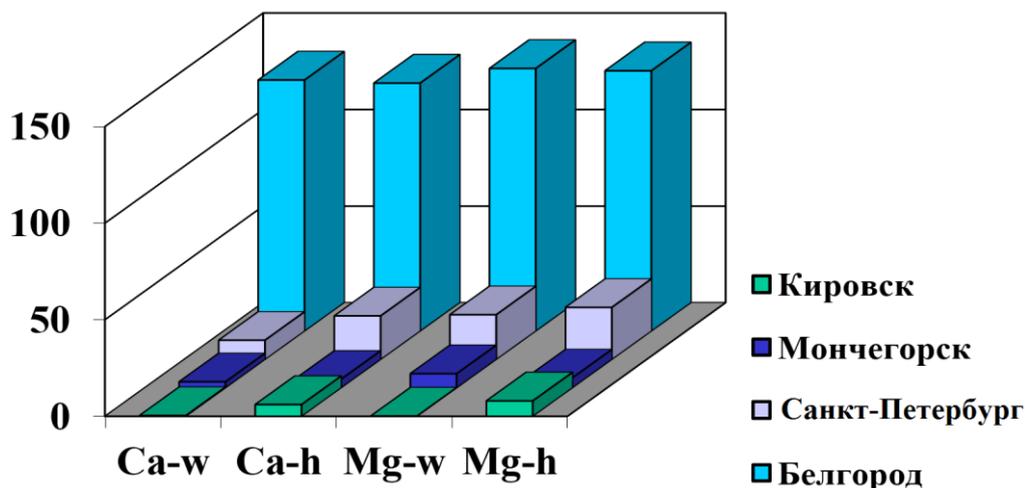


Рис. 10. Содержание Ca и Mg в волосах детей и питьевой воде в различных регионах, мг/кг

Как видно из табл. 17, уровень калия и натрия в волосах во всех исследуемых группах был весьма вариabельным. В целом различия между группами по этим показателям были не так велики. Не обнаружено существенного влияния экзогенных факторов на накопление калия и натрия в волосах. Можно предположить, что вариabельность их концентрации объясняется отсутствием способности этих элементов образовывать стабильные связи с белками.

Содержание серебра в волосах у обследованных контингентов в большинстве случаев было ниже порога чувствительности используемого метода и только в двух пробах незначительно его превышало.

Уровень алюминия в волосах детей пятой группы был достоверно выше, чем у всех других обследованных групп детей ($P < 0,01$), однако содержание этого микроэлемента в питьевой воде города Белгорода было самым низким. Вместе с тем в Мурманской области отмечена взаимосвязь между содержанием алюминия в питьевой воде и волосах детей. Различия между первой и третьей группами по среднему уровню этого элемента не были достоверны, но его концентрация в волосах более 14 мг/кг обнаруживалась у 5,5 % детей первой группы и у 50,0 % детей города Кировска ($P < 0,01$). Корреляционная зависимость Al / Ca и Al / Mg у детей Мончегорска отсутствует (0,0512 и -0,0284 соответственно), но у детей Белгорода она весьма высока (0,7312 и 0,6844 соответственно). Можно предположить, что концентрация алюминия в волосах зависит как от его поступления в организм, так и от концентрации в питьевой воде двухвалентных макроэлементов, таких как кальций и магний (рис. 11).

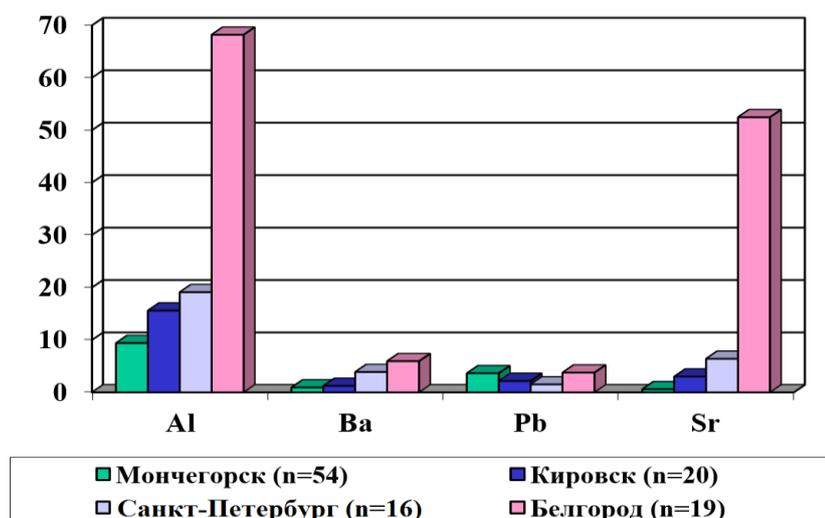


Рис. 11. Содержание металлов в волосах практически здоровых детей, проживающих в различных геохимических регионах, мг/кг

Концентрация бора в волосах у детей первой и пятой групп соответствовала нижней границе средних значений для центральных регионов России (2–8 мг/кг), а у детей Кировска и Санкт-Петербурга обнаружился низкий уровень этого микроэлемента. Дефицит бора, по данным литературы,

может приводить к недостаточности парацитовидных желез и, как следствие, дефициту кальция и магния в организме [97, 133, 152]. Интересно отметить, что у детей Мончегорска была выявлена слабая отрицательная корреляция Mg / В (-0,2652), а у детей Белгорода она была положительной (0,8297).

Уровень накопления бария в волосах детей Мурманской области, как и в случае с алюминием, зависел от его содержания в питьевой воде. Его концентрация в воде Мончегорска была в 3,5 раза ниже, чем в воде Кировска, а уровень бария в волосах более 1,3 мг/кг обнаруживался у 16,7 % детей первой группы и у 50,0 % обследованных в третьей группе. Однако значительно более высокий уровень бария ($P < 0,05$) отмечался у детей Белгорода, где содержание этого элемента в воде было довольно низким (рис. 11).

Содержание кадмия в волосах у детей пятой группы было достоверно выше, чем у других контингентов ($P < 0,05$), без существенных различий между последними. Пока нет убедительных доказательств связи уровня накопления кадмия с жесткостью питьевой воды: в первой группе корреляционная связь Cd / Mg и Cd / Ca отсутствовала.

Концентрация в волосах детей бериллия, кобальта, молибдена, селена, олова, таллия, иттрия была ниже порога чувствительности используемого метода, и мы можем только высказать суждение об отсутствии признаков накопления этих металлов в организме детей.

Наиболее высокая концентрация хрома в волосах также наблюдалась у детей города Белгорода ($P < 0,01$), в котором имеется целый ряд крупных предприятий по производству строительных материалов, и эта закономерность может быть следствием воздействия на организм содержащей хром цементной пыли [8]. Определенную роль может играть и жесткость питьевой воды.

Содержание меди в волосах детей первой группы было в два раза ниже, чем в пятой ($P < 0,05$), но уровень меди в питьевой воде Мончегорска оказался в 27,5 раз выше, чем в Белгороде (табл. 4). Это противоречие может быть связано с известной зависимостью накопления меди в организме от содержания основных витаминов и кальция в пищевом рационе и воде. Техногенное загрязнение Мончегорска медно-никелевым комбинатом не оказывает существенного влияния на содержание меди в волосах детей (в первой группе оно оказалось самым низким).

Аналогичная закономерность наблюдалась при оценке содержания железа у обследованных контингентов. Наиболее высокий его уровень в волосах и самая низкая концентрация в воде также отмечались в Белгороде. Для условий Крайнего Севера железодефицитные состояния весьма характерны, и их связывают с целым комплексом неблагоприятных факторов.

Содержание марганца в питьевой воде изучаемых регионов было практически одинаковым (0,0065–0,0086 мг/л), однако уровень этого микроэлемента у белгородцев оказался в пятнадцать раз выше, чем у северян ($P < 0,01$). Концентрация марганца в волосах детей из Санкт-Петербурга, как и во многих других случаях, занимала промежуточное место.

Особый интерес представляет характер накопления никеля в волосах детей Мончегорска, находящегося в непосредственной близости от АО «Кольская ГМК» и в 46 км от города Кировска. Однако, как и в других случаях, наиболее низкий уровень никеля определяется у детей первой и третьей групп (без существенных различий). Средний показатель по Санкт-Петербургу был

несколько выше ($P > 0,05$). Концентрация никеля в волосах более 1,2 мг/кг отмечалась у 27,7 % детей первой группы, у 20,0 % детей третьей группы и у 75,0 % детей четвертой группы ($P < 0,05$). Содержание этого элемента у детей пятой группы достоверно превосходило средние значения у других контингентов ($P < 0,01$), хотя содержание никеля в питьевой воде Белгорода было минимально и загрязнения воздушной среды этим металлом нет. Выявлена положительная корреляция никеля в волосах детей Мончегорска и Белгорода с кальцием (0,3697 и 0,6126 соответственно) и магнием (0,4235 и 0,5399 соответственно).

Уровень накопления свинца у обследованных контингентов существенно не различался (рис. 11). У двух детей из Белгорода и у четырех из Мончегорска концентрация этого токсичного металла в волосах превысила 8,0 мг/кг, что считается опасным признаком накопления свинца в организме. Установлено, что четверо из шести проживают на первом или втором этажах зданий и окна квартир выходят на автомагистраль с напряженным движением. У двух детей источник попадания свинца в организм установить не удалось. Эти случаи и явились причиной несколько более высокого уровня свинца в соответствующих группах ($P > 0,05$). В пятой группе выявлена корреляционная зависимость Pb / Mg и Pb / Ca (0,6925 и 0,7306 соответственно), но у детей Мончегорска она была отрицательной (-0,2315 и -0,2475 соответственно). Это еще раз показало, что в различных геохимических регионах различаются закономерности накопления химических элементов в волосах.

Содержание сурьмы в волосах отличалось большой вариабельностью. Концентрация этого элемента у белгородцев была несколько выше: уровень более 20 мг/кг обнаруживался у 36,8 % обследованных и только в одном случае в остальных группах ($P < 0,01$). У детей пятой группы уровень сурьмы коррелировал с содержанием никеля (0,7603).

Концентрация кремния в волосах у обследованных контингентов также отличалась большой вариабельностью. Статистически значимые закономерности накопления этого элемента не обнаружены.

Содержание стронция в волосах детей города Белгорода было значительно выше, чем в других исследуемых группах ($P < 0,01$). Это может быть связано с очень высоким его содержанием в питьевой воде (на два порядка выше, чем в Мончегорске). Низкое содержание стронция в воде Мончегорска отразилось на его концентрации в волосах (рис. 11). Отмечен более высокий, чем в первой группе, уровень стронция у детей Кировска: концентрация элемента выше 1,2 мг/кг обнаруживалась у 4 из 54 и у 11 из 20 детей первой и третьей групп соответственно ($P < 0,01$).

У детей пятой группы отмечено также более высокое, чем в других группах, содержание титана в волосах ($P < 0,01$), которое хорошо коррелировало с концентрацией кальция и магния (0,8373 и 0,7059 соответственно).

По уровню накопления ванадия в волосах также выделялась пятая группа, а в других случаях содержание этого важного микроэлемента было ниже порога чувствительности метода. Это косвенно подтверждает сведения о дефиците ванадия на Северо-Западе России [132, 222].

Содержание цинка в волосах сопоставляемых контингентов соответствовало средним значениям его концентрации по данным других авторов. Однако уровень цинка у детей третьей и пятой групп достоверно различался в пользу последней ($P < 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о низком уровне накопления в волосах детей города Мончегорска как важных биогенных элементов, так и токсичных металлов. В последних наибольший интерес представляет никель. Низкое содержание этого металла может быть связано как с небольшой концентрацией ионов двухвалентных макроэлементов в питьевой воде (такое предположение представляется обоснованным), так и с незначительным попаданием никеля в организм детей. Еще раз подчеркнем, что отбор проб в первой группе проводился в конце февраля, т. е. через пять месяцев после замерзания озера Монча (источник водоснабжения города) и формирования устойчивого снежного покрова. Это до минимума снижает риск попадания никеля в организм детей.

Дальнейшие исследования были проведены у двадцати родителей обследованных детей, работавших в АО «Кольская ГМК». При этом шестеро из них подвергались воздействию высоких концентраций тяжелых металлов, а четырнадцать человек работали во вспомогательных цехах с низкой экспозицией. Для сопоставления были проанализированы также результаты анализа волос 32 практически здоровых жителей Санкт-Петербурга (табл. 18). Как видно из табл. 18, содержание калия и натрия в волосах взрослых также отличалось большой вариабельностью и статистически значимые закономерности не обнаруживались.

Таблица 18

Содержание минералов в волосах практически здоровых детей и взрослых жителей городов Мончегорска и Санкт-Петербурга ($M \pm m$)

Химический элемент	Концентрация минералов в волосах детей и взрослых, мг/кг			
	Мончегорск		Санкт-Петербург	
	n = 54	n = 20	n = 16	n = 32
	первая группа	шестая группа	четвертая группа	седьмая группа
1	2	3	4	5
Ag	< 0,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Al	9,4 ± 2,1	17,8 ± 11,4	19,1 ± 7,8	22,5 ± 9,5
As	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
B	2,27 ± 1,01	0,83 ± 0,47	1,09 ± 0,64	2,10 ± 1,64
Ba	0,93 ± 0,36	2,47 ± 1,28	3,88 ± 1,98	5,61 ± 2,39
Be	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ca	216 ± 52	1286 ± 751	1128 ± 598	1984 ± 1227
Cd	0,16 ± 0,10	0,25 ± 0,19	0,11 ± 0,08	0,24 ± 0,21
Co	< 0,1	0,50 ± 0,61	< 0,1	< 0,1
Cr	1,23 ± 0,36	1,39 ± 0,31	0,65 ± 0,29	0,84 ± 0,39
Cu	10,0 ± 1,3	20,8 ± 12,7	10,1 ± 2,2	12,2 ± 4,6
Fe	18,6 ± 3,4	54,7 ± 21,1	44,7 ± 20,7	53,5 ± 27,4
K	184 ± 169	138 ± 114	144 ± 164	101 ± 92
Mg	25,8 ± 7,1	162,9 ± 87,1	135,1 ± 82,4	188,9 ± 123,1
Mn	0,51 ± 0,23	4,86 ± 3,89	2,55 ± 1,51	2,80 ± 1,54
Mo	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Na	367 ± 285	592 ± 448	449 ± 346	453 ± 235
Ni	1,05 ± 0,44	21,81 ± 28,44	3,62 ± 2,51	22,98 ± 15,03
Pb	3,64 ± 2,31	3,37 ± 2,16	1,52 ± 0,93	2,49 ± 1,95
Sb	5,60 ± 3,14	3,64 ± 3,22	< 0,4	< 0,4
Se	< 1,0	< 1,0	< 0,4	< 0,4
Si	11,3 ± 7,5	10,8 ± 4,3	32,0 ± 21,7	25,7 ± 17,4
Sn	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 0,5
Sr	0,60 ± 0,29	5,36 ± 2,89	6,41 ± 4,42	7,55 ± 5,1
Ti	0,31 ± 0,09	0,75 ± 0,65	0,53 ± 0,48	0,71 ± 0,57
Tl	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
V	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Y	< 0,05	< 0,05	–	–
Zn	155 ± 21	154 ± 25	168 ± 49	184 ± 50

Средняя концентрация кальция и магния в волосах взрослых была несколько выше ($P > 0,05$). У детей эти элементы активно используются для формирования и развития скелета, а с возрастом потребность в них, вероятно, снижается и они активнее откладываются в эктодермальной ткани. Концентрация кальция и магния в волосах, превышающая их удвоенный уровень у детей в соответствующих городах, обнаруживается у 39 из 52 взрослых и у 17 из 70 детей Мончегорска и Санкт-Петербурга ($P < 0,01$).

Концентрация в волосах серебра, мышьяка, бериллия, молибдена, селена, олова, таллия, ванадия и иттрия была ниже порога чувствительности используемого метода. Единичные исключения не имеют практической значимости.

Уровень алюминия в шестой и седьмой группах был несколько выше, чем у детей этих городов ($P > 0,05$), что не подтверждает данные литературы о снижении содержания алюминия с возрастом в волосах [18].

Достоверные различия в средних концентрациях бора также отсутствовали. Не была обнаружена и его корреляция с уровнем двухвалентных макроэлементов.

Концентрация бария в волосах у взрослых в обеих группах была несколько выше. Уровни этого элемента, превышающие в два раза его содержание у детей в соответствующих городах, обнаруживались у 59,6 % взрослых и у 18,6 % детей ($P < 0,01$). Это соответствует данным литературы о возрастном повышении концентрации бария в волосах.

У взрослых в обоих случаях было выявлено немного более высокое содержание кадмия ($P > 0,05$). Различия по частоте повышения этого элемента также не были достоверны. Вместе с тем у 5 из 6 работников АО «Кольская ГМК» содержание кадмия в волосах составляло 0,33–0,92 мг/кг. Эти значения не являются высокими в сравнении с данными по России [157], но выше фоновых по Мончегорску. Кадмий входит в число основных токсикантов в этих цехах. Ограниченное число наблюдений позволяет только подтвердить мнение о чувствительности данного теста для оценки экспозиции кадмием и о необходимости подбора адекватных контрольных групп.

Концентрация кобальта в волосах у работников АО «Кольская ГМК» оказалась повышенной. При этом у 4 из 6 рабочих вредных цехов она составляла

1,1–3,4 мг/кг. Это свидетельствует о накоплении кобальта у работников АО «Кольская ГМК», но не у детей города Мончегорска. Важно подчеркнуть, что в седьмой группе концентрация кобальта в волосах не повышалась, что исключает роль возрастных причин выявленной в шестой группе закономерности.

Содержание хрома во всех сопоставляемых контингентах существенно не различалось ($P > 0,05$). Этот металл мало характерен для промышленных выбросов АО «Кольская ГМК», и у рабочих вредных цехов его уровень ничем не отличается от такового в шестой группе.

Уровень меди в шестой группе был в два раза выше, чем в сопоставляемых контингентах, однако это различие не было достоверно. Анализ показал, что такое повышение явилось следствием высокого уровня этого элемента у трех из шести работников вредных цехов (27, 70, и 84 мг/кг), а у остальных 17 лиц шестой группы он составлял в среднем 13,8 мг/кг, т. е. на уровне данных по седьмой группе.

У взрослых жителей города Мончегорска содержание железа в волосах было несколько выше, чем у детей. Его уровень более 37 мг/кг обнаруживался у 70,0 % обследованных в шестой группе и ни в одном случае в первой группе ($P < 0,01$). Известно, что северный дефицит железа проявляется в первую очередь у детей. Такое объяснение представляется наиболее вероятным. Различия между четвертой и седьмой группами были несущественными.

Мы не выявили достоверных различий в средней концентрации марганца между первой и шестой группами, но его уровень более 1,0 мг/кг был обнаружен соответственно в 3,7 и 90,0 % случаев ($P < 0,01$). Не отмечена связь содержания марганца в волосах с профессией, хотя он входит в число загрязнителей окружающей среды на комбинате. У жителей Санкт-Петербурга такая закономерность не обнаруживалась.

Концентрация никеля у работников АО «Кольская ГМК» была выше, чем у детей города Мончегорска, однако из-за большой вариабельности результатов средние уровни этого элемента достоверно не различались. Содержание никеля в волосах более 2,2 мг/кг было выявлено у 5,5 % лиц первой группы и у 80,0 % в шестой группе ($P < 0,01$). У работников вредных цехов содержание этого металла в волосах достигло 240,0 мг/кг, что свидетельствует о его интенсивном накоплении в организме. Вместе с тем высокий средний уровень никеля обнаруживался и в седьмой группе, где отмечена его хорошая корреляция с кальцием и магнием (0,6227 и 0,5490 соответственно). Можно предположить, что накопление никеля зависит как от его поступления в организм, так и от жесткости питьевой воды.

Содержание свинца в волосах у жителей Мончегорска существенно не различалось. У четырех рабочих металлургического цеха, где свинец ограниченно используется в технологическом процессе, уровень этого элемента оказался несколько выше (5,1–9,6 мг/кг).

Уровень сурьмы и кремния у жителей Мончегорска существенно не различался, и каких-либо статистически значимых закономерностей мы не выявили.

У лиц шестой группы концентрация стронция более 1,2 мг/кг обнаруживалась в 80,0 % случаев, а в первой группе — только в 7,4 % ($P < 0,01$). Какая-либо связь между уровнем этого металла и другими факторами отсутствовала. Стронций очень близок к кальцию, и его накопление в организме подчиняется тем же закономерностям, в данном случае возрастным.

Мы не выявили существенных различий в содержании титана и цинка у детей и взрослых, их связи с профессией. Это противоречит данным литературы о значительно более высоком содержании цинка у взрослых. Возможно, это связано с особенностями геохимических регионов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что высокий уровень накопления тяжелых металлов в Мончегорске характерен только для определенных категорий работников АО «Кольская ГМК». Более детальный анализ последнего не входил в основные задачи настоящей работы. Низкая концентрация этих металлов в волосах детей, вероятно, связана как с дефицитом двухвалентных макроэлементов в питьевой воде, так и с незначительным их попаданием в организм детей (по сравнению с экспозицией работников комбината). При этом очень важно выяснить, связан ли уровень токсичных металлов у детей с состоянием их здоровья и какова концентрация элементов в периферической крови.

Таким образом, для изучения влияния региональных факторов на уровень накопления минералов в волосах сравнительные исследования были проведены у 109 детей Мончегорска и Кировска Мурманской области, Белгорода и Санкт-Петербурга. Анализ полученных результатов показал, что наиболее высокий уровень накопления макро- и микроэлементов был характерен для Белгорода, а наиболее низкий — для детей Мурманской области. Содержание кальция и магния в волосах определялось жесткостью питьевой воды. Различия в содержании этих макроэлементов в питьевой воде и волосах в Мурманской области и Белгороде составляли 1–2 порядка. Такая же закономерность была характерна и для близкого к ним stronция. Более того, накопление ряда микроэлементов в волосах детей определялось содержанием в питьевой воде не этих элементов, а концентрацией кальция и магния. Это касается меди, железа, марганца, никеля, сурьмы и титана (рис. 12).

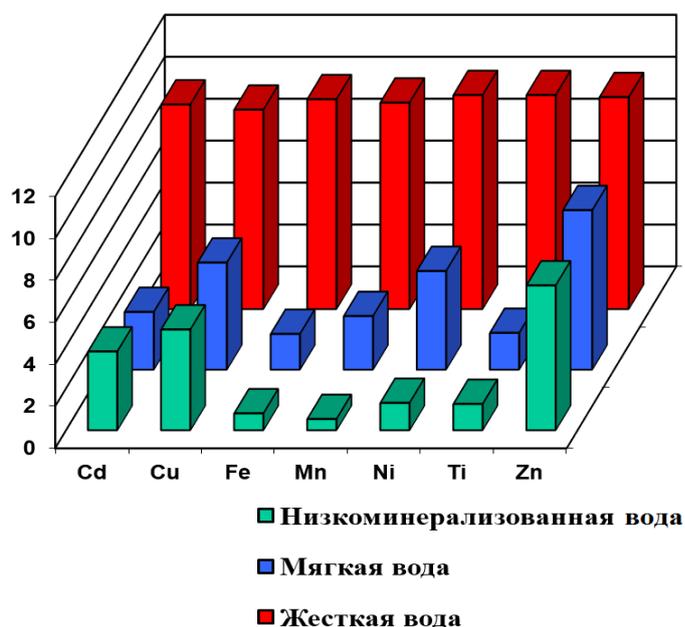


Рис. 12. Зависимость концентрации некоторых металлов в волосах здоровых детей от жесткости питьевой воды, мг/кг

Уровень алюминия и бария у детей Мурманской области зависел от их концентрации в воде, но у детей Белгорода накопление этих металлов было гораздо выше на фоне низкого содержания в водопроводной сети. Следствием этой закономерности для детей Мончегорска является, с одной стороны, дефицит некоторых важных биоэлементов (кальция, магния, бора, железа), а с другой стороны, отсутствие накопления токсичных металлов, за исключением свинца и кадмия, в организме (исследование минерального состава крови у 26 детей это подтверждает). Это явление было определено А. П. Авцыным с соавторами как «блокада» усвоения микроэлементов в условиях Севера [97].

Исследования минерального состава волос у 20 работников АО «Кольская ГМК» и у 32 взрослых жителей Санкт-Петербурга показало, что высокая экспозиция токсичными металлами ряда категорий работников комбината приводит к увеличению концентрации этих элементов в волосах на 1–2 порядка. При воздействии на организм человека относительно небольших концентраций никеля, меди, кобальта и марганца, значительное влияние на их концентрацию в волосах, по-видимому, оказывают жесткость питьевой воды и возрастные закономерности изменения концентрации этих элементов.

Сравнительное исследование накопления элементов в волосах детей и взрослых в контрастных геохимических регионах позволяет заново оценить возможности этого метода биомониторинга. Сложности в сопоставлении данных, полученных исследователями в различных регионах, вызвали закономерную настороженность специалистов. Многочисленные преимущества исследования минерального состава волос для оценки экологической ситуации определяют необходимость не отказываться от метода, а искать новые подходы к его стандартизации. Выявление зависимости накопления минералов от жесткости питьевой воды может стать одним из шагов в этом направлении.

3.2. Оценка содержания химических элементов в волосах и крови детей города Мончегорска, часто болеющих простудными заболеваниями

Повышенный уровень распространенности болезней органов дыхания у детей Мончегорска обычно связывают с высоким содержанием диоксида серы в аэрогенных выбросах АО «Кольская ГМК». Однако в последние годы появились сведения о неблагоприятном воздействии даже относительно небольших концентраций тяжелых металлов на систему иммунитета [132]. Для углубленного изучения этого вопроса в городе Мончегорске была отобрана аналогичная по возрасту и половому составу группа из 26 детей, часто болеющих простудными заболеваниями (более трех раз в году на протяжении последних двух лет) без клинических признаков органических изменений в органах дыхания. Такое состояние у детей можно расценивать как иммунодефицитное. Пробы волос и крови у этого контингента брались одномоментно (в марте), т. е. они характеризуют состояние минерального обмена в различные временные интервалы (январь для волос и март для крови). Это несколько затрудняет сопоставление полученных данных. Результаты исследования приведены в табл. 19.

Таблица 19

Содержание макро- и микроэлементов в волосах и крови у детей города Мончегорска, практически здоровых и часто болеющих простудными заболеваниями

Химический элемент	Практически здоровые дети (волосы), мг/кг n = 54	Часто болеющие дети	
		волосы, мг/кг n = 26	кровь, мг/л n = 26
Ag	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Al	9,4 ± 2,1	10,4 ± 3,1	2,47 ± 1,28
As	< 0,5	< 0,5	< 0,5
B	2,27 ± 1,01	1,30 ± 0,79	< 0,38
Ba	0,93 ± 0,36	1,40 ± 0,48	< 0,1
Be	< 0,01	< 0,01	< 0,005
Ca	216 ± 52	253 ± 100	70,7 ± 10,7
Cd	0,16 ± 0,10	0,109 ± 0,048	0,020 ± 0,006
Co	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cr	1,23 ± 0,36	1,25 ± 0,25	0,382 ± 0,058
Cu	10,0 ± 1,3	10,5 ± 1,7	1,04 ± 0,18
Fe	18,6 ± 3,4	24,7 ± 6,0	412 ± 89
K	184 ± 169	172 ± 184	1429 ± 138
Mg	25,8 ± 7,1	39,7 ± 14,1	40,5 ± 62
Mn	0,51 ± 0,23	0,61 ± 0,34	0,11 ± 0,02
Mo	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Na	367 ± 285	280 ± 206	1808 ± 149
Ni	1,05 ± 0,44	1,67 ± 0,91	< 0,1
Pb	3,64 ± 2,31	2,44 ± 0,88	0,280 ± 0,057
Sb	5,60 ± 3,14	7,34 ± 5,38	< 0,5
Se	< 1,0	< 1,0	< 0,5
Si	11,3 ± 7,5	10,9 ± 4,0	55,0 ± 33,8
Sn	< 1,0	< 1,0	< 0,5
Sr	0,60 ± 0,29	0,87 ± 0,49	0,11 ± 0,05
Ti	0,31 ± 0,09	0,58 ± 0,21	0,21 ± 0,10
Tl	< 0,5	< 0,5	< 0,5
V	< 0,1	< 0,05	< 0,05
Y	< 0,05	< 0,1	< 0,1
Zn	155 ± 21	167 ± 17	4,91 ± 0,99

Содержание натрия и калия в волосах у детей первой и второй групп существенно не различалось, и какие-либо статистически значимые закономерности не обнаруживались.

Уровень кальция и магния в волосах детей второй группы был несколько выше ($P > 0,05$), что можно объяснить, возможно, более качественным питанием, которое родители стараются обеспечить часто болеющим детям.

Содержание кальция в цельной крови у детей второй группы было ниже нормы (70,1 и 100,0 мг/л соответственно), а концентрация магния соответствовала норме (26–42 мг/л).

Содержание алюминия в волосах у детей первой и второй групп не различалось. В литературе приводятся более низкие значения этого металла в крови (0,53–0,7 мг/л), что может быть связано с региональными особенностями или методическими различиями.

Средние значения бора в волосах у детей Мончегорска не различались, но признаки его недостаточности (уровень менее 2 мг/кг) обнаруживались у 50,0 % детей первой группы и у 96,6 % детей второй группы. Однако пока нет данных о влиянии дефицита бора на иммунитет. Концентрация бора в крови в 24 из 26 случаев была ниже порога чувствительности используемого метода (0,38 мг/л), соответствующего верхней границе нормального уровня этого элемента в крови для средней полосы России.

Различия между первой и второй группами по средней концентрации бария в волосах были статистически недостоверны. Уровень этого элемента более 1,3 мг/кг обнаруживался у 16,7 % детей первой группы и у 50,0 % детей второй ($P < 0,05$). Содержание бария в крови было ниже порога чувствительности используемого метода.

Мы не выявили достоверных различий в содержании кадмия в волосах у детей первой и второй групп. Его уровень в крови был заметно выше, чем по данным других авторов (0,003–0,007 мг/л), а в волосах — несколько ниже [68]. Выявлена корреляция содержания кадмия в волосах и крови (0,7855).

Среднее содержание кобальта в крови составляет, по данным литературы, 0,043–0,354 мг/л, однако во второй группе его концентрация в волосах во всех случаях была меньше 0,11 мг/л, что свидетельствует о низком содержании этого элемента в обследуемой группе.

Содержание меди и хрома в волосах детей первой и второй групп было одинаково. Уровень меди в крови у детей второй группы соответствовал существующей норме (1,0–1,25 мг/л). Сведения о концентрации хрома в крови очень вариабельны, и решено было воздержаться от проведения сопоставлений с ними полученных данных.

Несколько более высокий уровень железа у детей второй группы ($P > 0,05$), вероятно, обусловлен качеством питания часто болеющих детей. Содержание железа в их крови было немного ниже рекомендованного значения (450 мг/л). Это явление известно как северный железодефицит [97].

Средняя концентрация марганца в волосах у детей Мончегорска существенно не различалась, а его содержание в крови соответствовало значениям, приведенным в литературе (0,08–0,12 мг/л) [101].

Уровень никеля в волосах детей второй группы превышал 1,2 мг/кг в 50,0 % случаев, а в первой группе только в 24,1 % случаев ($P < 0,05$). Концентрация никеля в крови превышала 0,1 мг/л только в одном случае (0,27 мг/л) при значении этого показателя по данным литературы в пределах 0,08–0,12 мг/л. Это свидетельствует об отсутствии повышения уровня никеля в крови детей второй группы.

Мы не выявили достоверных различий в уровне содержания свинца в волосах детей первой и второй групп. Концентрация свинца в крови детей второй группы была выше рекомендованных [68] значений. Полученный

результат отражает реальную экологическую обстановку в городе, где автотранспорт использует этилированный бензин.

Уровень сурьмы в волосах более 10 мг/кг обнаруживался у 13,0 % детей первой группы и у 34,6 % детей второй группы ($P < 0,05$). Трудно предположить, что низкие концентрации этого малотоксичного металла являются причиной частых простудных заболеваний. Особенности состояния организма у детей второй группы могут предрасполагать к накоплению большего количества сурьмы.

Концентрация кремния в волосах детей обеих групп не различалась, а данные о содержании этого элемента в крови противоречивы.

Уровень стронция в волосах детей был весьма вариабельным, однако его содержание более 1,3 мг/кг обнаруживалось у 8 из 54 детей первой группы и у 10 из 26 детей второй группы ($P < 0,05$).

Аналогичная закономерность наблюдалась при оценке накопления в волосах титана. Его уровень более 0,63 мг/кг отмечался у 11,1 % детей первой группы и у 42,3 % обследованных во второй группе ($P < 0,01$). Содержание стронция и титана в крови соответствовало данным других авторов по средней полосе России.

Содержание цинка в волосах у обследованных контингентов не различалось, а его содержание в цельной крови соответствовало данным по средней полосе России [24, 103, 138, 139].

Полученные данные свидетельствуют о том, что особенностью минерального состава волос у детей Мончегорска, часто болеющих простудными заболеваниями, является повышенный уровень накопления пяти малотоксичных металлов: бария, никеля, сурьмы, стронция и титана (рис. 13). Нет оснований полагать, что выявленные концентрации этих элементов могут быть токсичны для организма ребенка. Речь может идти или о тонком влиянии на регуляцию иммунитета, или о более высоком уровне накопления этих элементов на фоне частых простудных заболеваний. Представляется важным и дефицит бора у детей второй группы.

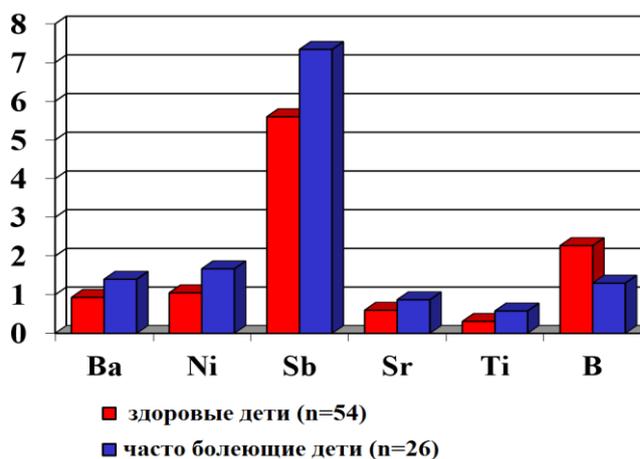


Рис. 13. Содержание макро- и микроэлементов в волосах здоровых и часто болеющих простудными заболеваниями детей Мончегорска, мг/кг

Результаты анализа 26 проб крови на содержание макро- и микроэлементов показали наличие недостаточности кальция и железа в организме, а также повышение уровня свинца и кадмия, характерное для многих городов России. Концентрация специфичных для АО «Кольская ГМК» металлов (никель, кобальт, медь) в крови у обследованных детей была в пределах нормы (рис. 14).

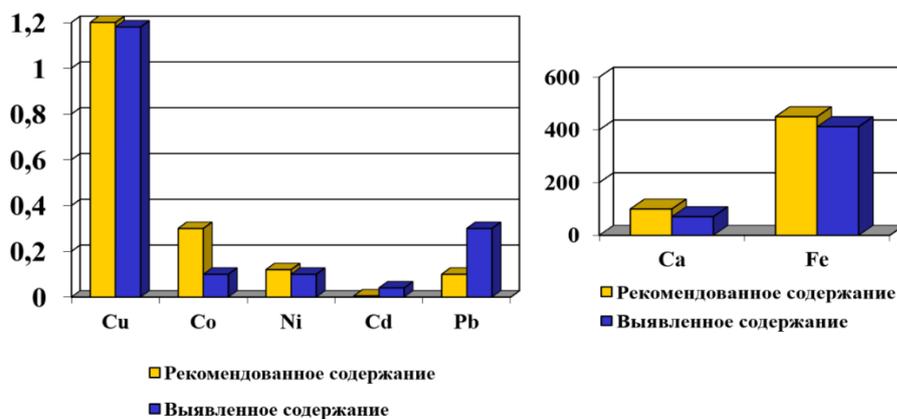


Рис. 14. Содержание макро- и микроэлементов в крови у детей Мончегорска, часто болеющих простудными заболеваниями, мг/л

3.3. Оценка эффективности применения пектинсодержащих напитков в коррекции минерального обмена населения Кольского Заполярья

3.3.1. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови детей

Белое море очень богато водорослями, в том числе морской капустой, и этот продукт находит все более широкое применение в рационе жителей Мурманской области.

Морская капуста содержит не только эффективный набор необходимых человеку макро- и микроэлементов (йод, бор и др.), но и альгиновую кислоту, способствующую выведению из организма свинца, кадмия, стронция и бария. Этот продукт доступен по цене семьям со скромным достатком. Вместе с тем водоросли способны накапливать из морской воды и некоторые токсичные металлы, например серебро. В связи с этим было решено включить в состав рациона детей также напиток «Альгапект», содержащий природный сорбент — низкоэтерифицированный яблочный пектин, который также эффективно связывает и выводит из организма токсичные металлы. Применять данный сорбент самостоятельно в условиях дефицита ряда важных витаминов и биоэлементов представлялось рискованным. Выведение из организма стронция, свинца и некоторых других токсичных металлов теоретически может усугубить характерный для Мончегорска дефицит близких к ним по химическим свойствам двухвалентных макроэлементов (кальция и магния). В связи с этим изучение влияния морской капусты и напитка «Альгапект» на уровень макро- и микроэлементов в крови детей Мончегорска представляет особый интерес.

Результаты исследования показали, что переносимость морской капусты и напитка во всех случаях была хорошей. Снижение уровня натрия и калия в крови было несущественным и, вероятно, было связано с резким потеплением в конце апреля и повышением потоотделения у тепло одетых детей (табл. 20).

Таблица 20

Влияние ламинарии и напитка «Альгапект» на содержание макро- и микроэлементов в крови детей города Мончегорска (М + m)

Элемент	Концентрация элементов в крови, мг/л	
	до приема	после приема
Ag	< 0,25	< 0,25
Al	2,47 + 1,03	4,57 + 1,26
As	< 0,25	< 0,25
B	< 0,38	0,74 + 0,21
Ba	< 0,05	0,05
Be	< 0,005	< 0,005
Ca	70,1 + 8,7	69,9 + 10,0
Cd	0,020 + 0,004	< 0,005**
Co	< 0,1	< 0,05
Cr	0,38 + 0,04	0,044 + 0,05
Cu	1,04 + 0,13	1,07 + 0,18
Fe	412 + 78	384 + 82
K	1429 + 108	1328 + 110
Mg	38,8 + 3,7	47 + 4,1*
Mn	0,108 + 0,060	0,071 + 0,023
Mo	< 0,1	< 0,1
Na	1808 + 119	1576 + 133
Ni	< 0,1	< 0,1
Pb	0,288 + 0,038	0,234 + 0,026
Sb	< 0,5	< 0,25
Se	< 0,5	< 1,0
Si	55,0 + 38,7	22,4 + 18,6**
Sn	< 0,5	< 0,5
Sr	0,110 + 0,019	< 0,05**
Ti	0,214 + 0,091	0,160 + 0,076
Tl	< 0,5	< 0,25
V	< 0,1	< 0,05
Y	< 0,5	< 0,25
Zn	4,91 + 0,88	4,75 + 0,90

Примечание. Звездочками обозначена достоверность различий между показателями до и после приема напитка «Альгапект» и ламинарии: * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$.

Содержание кальция в крови не изменилось, что очень важно. Концентрация магния в крови детей более 50 мг/л в исходном исследовании определялась в 7,7 %, а при повторном — в 30,8 % случаев ($P < 0,05$). Можно предположить, что это связано с действием морской капусты, которая содержит не только магний, но и бор — стимулятор выработки паратгормона. Если при первичном исследовании уровень бора выше 0,38 мг/л обнаруживался у 7,7 % детей, то при повторном — у 50,0 % ($P < 0,01$).

При повторном исследовании у троих детей было выявлено повышенное содержание серебра (0,47–1,3 мг/л), которое ранее в крови не обнаруживалось. Это может быть также связано с приемом морской капусты, однако такие дозы не представляют опасности для здоровья.

Концентрация алюминия в крови повысилась почти в два раза, хотя различие и не было статистически достоверно. В какой-то мере объяснить эту тенденцию может корреляция уровня алюминия в крови с содержанием бора (0,7964) и магния (0,6427). Можно предположить, что повышение концентрации алюминия вторично по отношению к изменениям регуляции обмена двухвалентных макроэлементов.

Уровень бария более 0,05 мг/л был выявлен у 10 из 26 детей (но не в тех же случаях) как до, так и после исследования. Применение морской капусты и напитка «Альгапект» не оказало какого-либо влияния на содержания бария в крови.

Исходная концентрация кадмия в крови была значительно выше рекомендованного уровня (0,020 и 0,003–0,007 мг/л соответственно). После проведения курса, связанного с приемом морской капусты и напитка «Альгапект», только у двух детей обнаруживались концентрации этого токсичного металла (0,013 и 0,005 мг/л), у остальных 24 детей его уровень был ниже порога чувствительности используемого метода ($P < 0,01$). Анализ крови является не самым эффективным тестом оценки содержания кадмия в организме, но столь существенные различия не могут быть случайными.

Снижение марганца в крови не было статистически достоверным как по динамике среднего показателя в группе ($P > 0,05$), так и по частоте значений менее 0,07 мг/л (69,2 и 73,1 % до и после исследования, $P > 0,05$). Вместе с тем сама направленность процесса обосновывает целесообразность дальнейших наблюдений, но не может рассматриваться в качестве негативной.

Средняя концентрация свинца в крови уменьшилась на 19,0 % ($P > 0,05$). Его уровень более 0,3 мг/л был выявлен у 11 из 26 детей до и у 4 из 26 детей после курса применения морской капусты и напитка «Альгапект» ($P < 0,01$). Данный результат также представляется весьма важным.

Уровень кремния менее 30 мг/л был выявлен у 17 из 26 детей при исходном исследовании и только в шести случаях при повторном ($P < 0,01$). Морская капуста содержит довольно много кремния, но уровень этого элемента снизился. Выявленная закономерность может представлять интерес для регионов с высоким содержанием кремния в воде и повышенным уровнем связанной с ним патологии, например уролитиаза.

Снижение концентрации стронция также не имеет практического значения для уровня здоровья детей города Мончегорска. Его содержание в крови менее 0,05 мг/л при первичном исследовании обнаруживалось реже, чем при повторном (15,4 и 65,4 % соответственно, $P < 0,01$). Стронций является

близким химическим аналогом кальция, и его выведение без снижения уровня кальция в крови весьма важно в ряде ситуаций, например, для регионов с высоким содержанием стронция в питьевой воде.

Концентрация титана в крови у детей существенно не изменилась ($P > 0,05$). Отсутствовали также различия по частоте снижения этого элемента в крови менее 0,16 мг/л ($P > 0,05$). Незначительно изменилась и концентрация цинка в крови после применения у детей морской капусты и напитка «Альгапект», она оставалась в пределах физиологической нормы.

Таким образом, проведение месячного курса приема морской капусты совместно с напитком «Альгапект» в группе из 26 детей, проживающих в городе Мончегорске, в целом оказало благоприятное влияние на их минеральный обмен (рис. 15). Уровень кальция в крови оставался стабильным при достоверном снижении концентрации стронция. Несколько возросло содержание магния, что может быть связано с повышением уровня бора и его влиянием на функцию парацитовидных желез в условиях вероятного дефицита витамина D₃. Содержание хрома, железа, меди, титана и цинка в крови не изменилось, а снижение уровня марганца было несущественным.

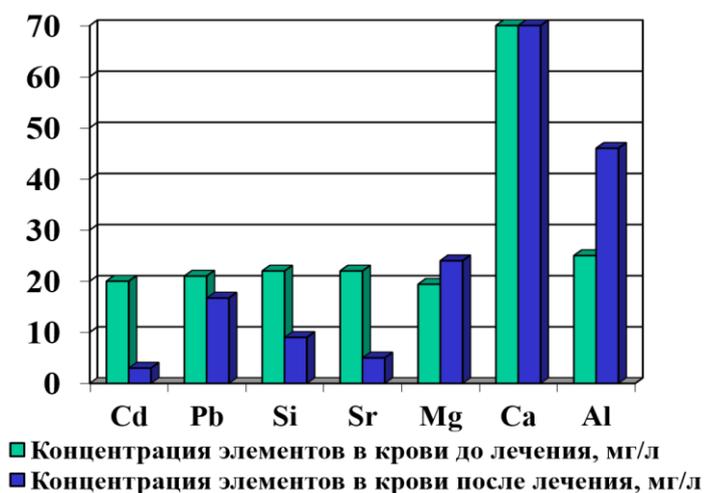


Рис. 15. Влияние напитка «Альгапект» и ламинарии на минеральный состав крови детей Мончегорска

Важным результатом исследования является снижение концентрации в крови весьма токсичных свинца и кадмия, содержание которых у детей города Мончегорска было повышенным.

Совместное применение морской капусты и напитка «Альгапект», как показали результаты исследования, оказалось вполне оправданным. Снижение содержания свинца, кадмия и стронция в крови достигалось без потери жизненно важных биоэлементов, что для северных регионов имеет особо важное значение.

Порог чувствительности используемого метода исследования концентрации микроэлементов в крови не позволил проследить влияние данной схемы на уровень никеля, кобальта и ряда других металлов. Однако их

содержание не было повышенным и некоторые колебания их уровня в крови не имеют принципиального значения.

Полученные результаты позволяют рекомендовать регулярное применение морской капусты и напитка «Альгалект» детям, проживающим в городе Мончегорске, при повышенном риске интоксикации свинцом и кадмием, например, при проживании на первом, втором этажах зданий, если окна выходят на магистраль с напряженным движением, курении родителей в квартире и др. При отсутствии таких факторов риска месячный курс целесообразно повторять два раза в год.

3.3.2. Оценка эффективности применения киселя лечебно-профилактического «Леовит» и биологически активной добавки «Зостерин-Ультра-60» при работах во вредных условиях труда на предприятиях цветной металлургии Кольского Заполярья

Оценка эффективности специализированного продукта ООО «Леовит нутрио», киселя диетического (ТУ 9197-081-49947596-02), и БАД к пище «Зостерин-Ультра-60» (ТУ 9254-001-56293592-05) проводилась в группе рабочих АО «Кольская ГМК» после ознакомления их с целью и задачами исследования.

Выбор объектов осуществляли на основе метода случайной выборки лиц, проработавших в АО «Кольская ГМК» более одного года, не имеющих медицинских противопоказаний и добровольно давших письменное согласие, также было подписано персональное согласие на отбор биоматериалов (мочи, крови). Профессиональный состав обследуемой группы был представлен плавильщиками (30,0 %) и обжигальщиками (70,0 %).

Кисель лечебно-профилактический «Леовит» (при вредных условиях труда, рацион 1,3) применялся в течение восьми недель ежедневно: две столовые ложки порошка на один стакан горячей воды.

Кисели «Леовит» содержат витамины и микроэлементы в соответствии со стандартными рационами лечебно-профилактического питания, более 2,0 г пектина (яблочного и свекольного), большой набор других биологически активных веществ (флавоноидов, фитостеринов, терпеноидов, органических кислот, пищевых волокон и др.). Благодаря своему составу кисели «Леовит» обладают клинически подтвержденным профилактическим действием, направленным на нивелирование неблагоприятного влияния производственных факторов на состояние здоровья рабочих. В частности, они повышают активность адаптивных и защитных систем организма (в том числе иммунной системы), обладают общеукрепляющим, детоксикационным, антиоксидным, комплексообразующим, гепопротекторным действием.

При проведении исследований с БАД «Зостерин-Ультра-60» рабочие получали препарат два раза в день по 0,5 г (один пакет) перед началом смены и в конце рабочего дня на протяжении двадцати дней.

Зостерин представляет собой полисахарид, выделенный из морских трав семейства *Zosteraceae*. Это сложный углеводный полимер пектиновой природы, состоящий в основной цепи из блоков полигалактуроновой кислоты. Сахаро-галактуроновые цепи являются фундаментом высоких сорбционных качеств зостерина по отношению к тяжелым металлам. Часть полигалактуроновых кислот метоксилирована, что обеспечивает такие физико-химические

характеристики пектина, как растворимость, вязкость, желеобразующую способность. Доказаны возможность проникновения низкомолекулярных фракций препаратов в кровь (до 60,0 %) и способность проявлять сорбционные свойства во внутренней среде организма. Эта фракция определяет не только гемосорбционные, но и иммуномодулирующие свойства препарата.

Схема исследования включала определение содержания в моче никеля, меди, кобальта до начала применения киселя, через две, три и семь недель курса. Никель в моче определялся с применением вольтамперометрической методики, содержание меди и кобальта в моче — методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Отбор проб мочи осуществлялся в чистые полиэтиленовые емкости 20,0 мл (Universal Container 20 ml, biological specimens matieres biologiques perissables).

Экскреция данных металлов соотносилась с содержанием в моче креатинина, определяемого фотометрическим методом. Норма содержания креатинина в моче 4,4–17,7 ммоль/сут. Кроме того, проводилось исследование содержания в крови рабочих свинца до начала приема, через три и семь недель приема киселя «Леовит». Отбор проб цельной крови для определения свинца и марганца проводили в стерильные пробирки (lithium-heparin vacuainer) емкостью 5,0 мл (Venoject 5 ml VT-050SHL, Бельгия) с использованием специальных инъекционных игл (Venoject multi-sample 21 × 1 1/2 U.T.W. 0,8 × 40 mm, Бельгия). Определение свинца и марганца в крови проводилось атомно-абсорбционным методом.

Влияние приема киселя «Леовит» лечебно-профилактического (рацион 1,3) на содержание в моче никеля, меди и кобальта. Результаты определения металлов в моче обследуемых рабочих на разных этапах приема киселя «Леовит» позволяют констатировать, что фоновые показатели никеля, меди и кобальта в моче в среднем — 41,2, 120,5 и 70,2 мкг/л соответственно (рис. 16–18). В результате приема киселя в течение двух недель отмечен некоторый подъем экскреции никеля и меди (до 44,7 и 154,4 мкг/л соответственно). Через три и семь недель исследования уровень этих показателей снижались. Полученный результат указывает на возможное комплексон-подобное действие киселя «Леовит», способствующее усилению выводящей функции почек на первом этапе, и возможное снижение содержания в организме указанных металлов в последующем.

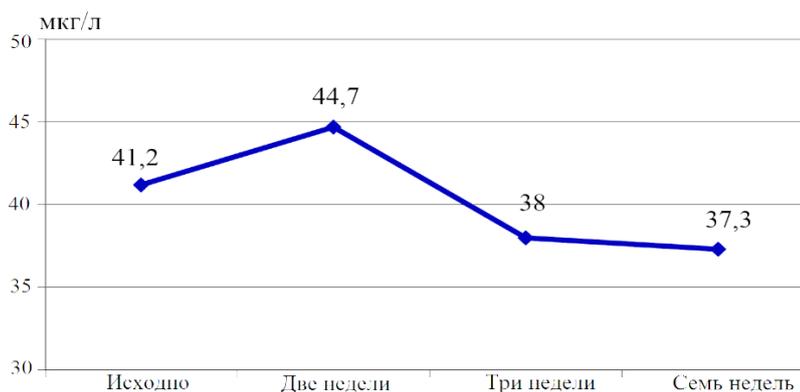


Рис. 16. Динамика содержания никеля в моче в процессе приема киселя «Леовит»

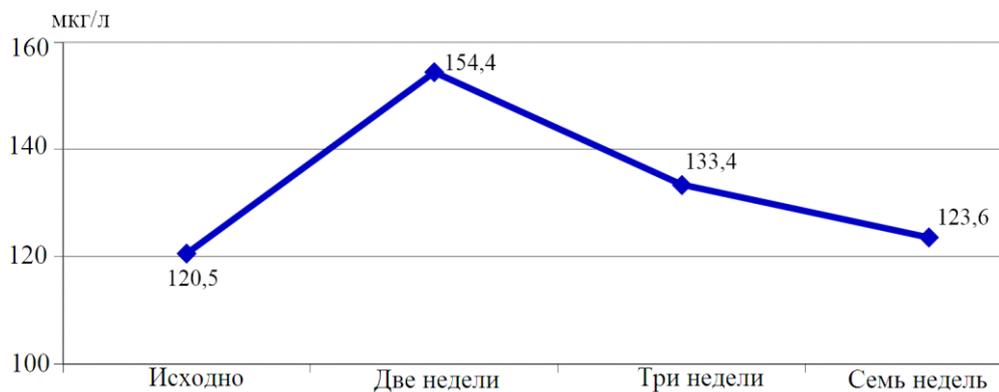


Рис. 17. Динамика содержания меди в моче в процессе приема киселя «Леовит»

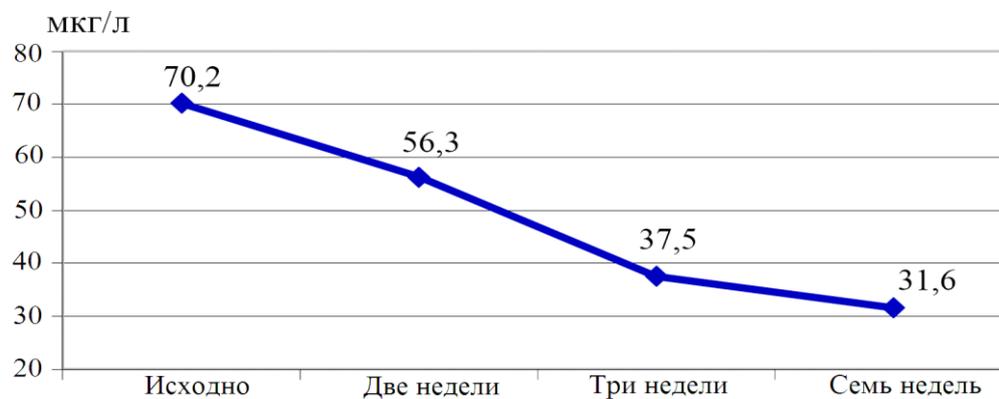


Рис. 18. Динамика содержания кобальта в моче в процессе приема киселя «Леовит»

Содержание в моче кобальта снижалось на всех этапах исследования и составило 56,3, 37,5 и 31,6 мкг/л через две, три и семь недель соответственно.

Более показательным для оценки уровня содержания токсичных металлов в моче является соотношение концентрации изучаемых металлов к концентрации креатинина (рис. 19–21). Через две недели курса соотношение никеля и меди к креатинину в моче практически не изменялось: отмечено некоторое нарастание соотношения никель / креатинин от 22,9 до 23,5 мкг/г креатинина; незначительное снижение соотношения медь / креатинин от 105 до 102,7 мкг/г креатинина. Через три и семь недель отмечено более существенное снижение этих показателей, что также свидетельствует об уменьшении содержания данных металлов в организме при более длительном курсе применения препарата «Леовит».

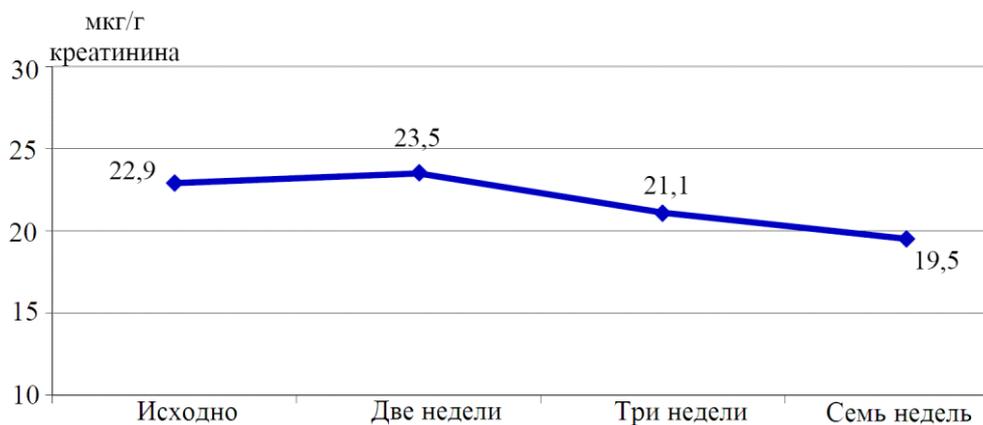


Рис. 19. Динамика никель / креатинин в моче в процессе курса приема киселя «Леовит»

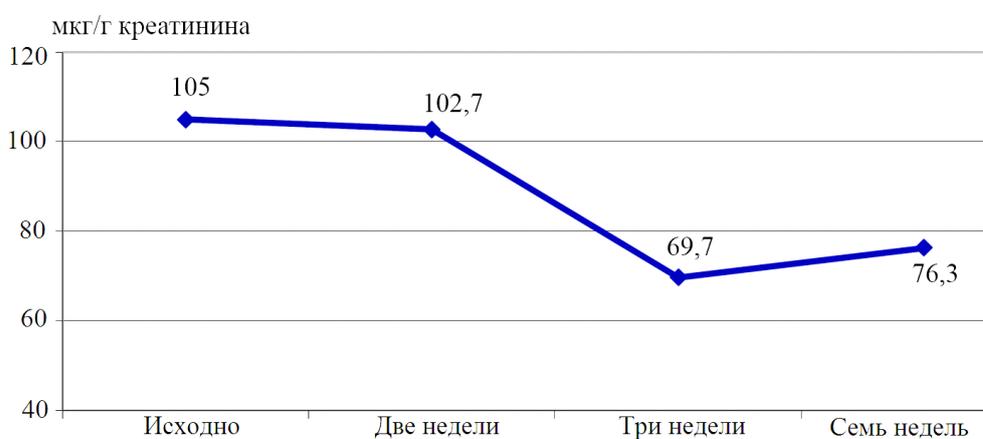


Рис. 20. Динамика медь / креатинин в моче в процессе курса приема киселя «Леовит»

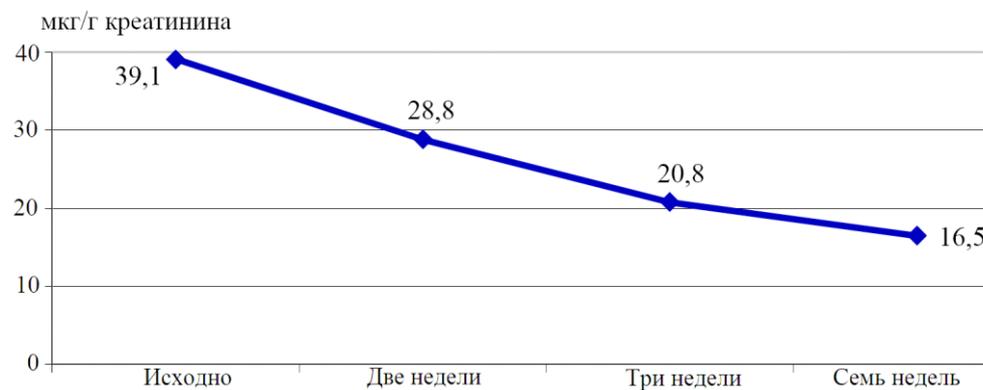


Рис. 21. Динамика кобальт / креатинин в моче в процессе курса приема киселя «Леовит»

Соотношение кобальт / креатинин снижалось наиболее интенсивно: от 39,1 мкг/г креатинина исходно до 16,5 мкг/г креатинина в конце седьмой недели.

Полученные результаты свидетельствуют, что в результате применения киселя «Леовит» в течение трех и более недель в организме происходит снижение содержания токсичных металлов. Наибольшая эффективность данного лечебно-профилактического продукта отмечена в отношении выведения из организма кобальта, что требует дальнейшего углубленного и целенаправленного изучения.

Влияние приема киселя «Леовит» лечебно-профилактического (рацион 1,3) на содержание в крови свинца. Определение в крови обследуемых свинца до начала приема киселя «Леовит», через три и семь недель его приёма выявило некоторое повышение данного показателя на первоначальном этапе: от 68 мкг/дл исходно до 73,8 мкг/дл через три недели (рис. 22). Полученный результат может быть обусловлен тем, что компоненты напитка способствовали выводу свинца из депо (особенно из мягких тканей), отмечаемому в первые недели его приема. Через семь недель приема лечебно-профилактического киселя отмечено снижение уровня свинца в крови до 57,1 мкг/дл, что свидетельствует об активации процессов выведения этого металла при более длительном приеме.

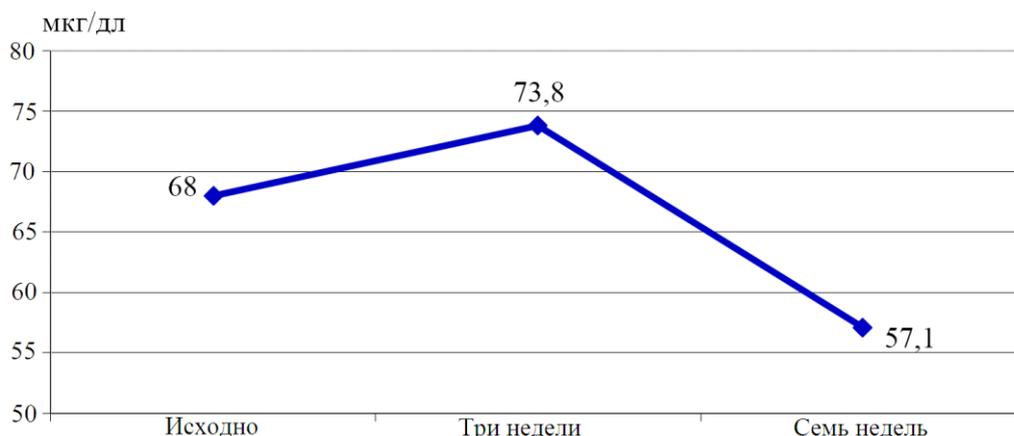


Рис. 22. Динамика содержания свинца в крови в процессе курса приема киселя «Леовит»

При исследовании рабочих побочных реакций, аллергических проявлений во время применения киселя «Леовит» лечебно-профилактического (рацион 1,3) выявлено не было.

На основании проведенной работы можно констатировать, что кисель «Леовит» лечебно-профилактический (рацион 1,3) способствует выведению токсичных металлов из организма работающих в контакте с промышленным аэрозолям. Наибольшая эффективность отмечена при длительном применении (семь недель) с максимальной выраженностью в отношении выведения кобальта.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности включения лечебно-профилактического киселя «Леовит» (рацион 1,3) в систему лечебно-профилактического питания рабочих,

осуществляющих трудовую деятельность в условиях повышенных концентраций аэрозолей металлов в воздухе производственных помещений.

Влияние приема БАД «Зостерин-Ультра-60» на содержание ионов никеля, меди и кобальта в моче. Оценка содержания концентраций никеля в моче в период проведения исследований по определению эффективности БАД «Зостерин-Ультра-60» обнаружила максимальные значения на третий день и снижение к исходным значениям нулевого дня через пятнадцать дней. Максимальное среднегеометрическое значение никеля составило 201,0 мкг/л (107 мкг/г-креат.), что на 21,0 % (18,0 % соответственно) выше по сравнению с показателями до начала приема БАД. Величины среднегеометрических концентраций никеля в моче до начала приема и на пятнадцатый день практически совпадают (разница составляет от 1,0 до 6,0 %).

Повышение среднегеометрической концентрации никеля в моче на третий день наблюдается у 71,0 % рабочих от общего числа группы при расчетах концентраций в мкг/л и у 57,0 % рабочих при расчетах концентрации в мкг/г-креат.

При приеме «Зостерин-Ультра-60» среднегеометрические концентрации кобальта в течение эксперимента снижаются незначительно и составляют 26,0 % (29,0 %). Данная картина наблюдается у 71,0 % (64,0 %) рабочих и только к пятнадцатому дню исследований. При приеме «Зостерин-Ультра-60» было установлено, что общее снижение содержания меди в моче в группе обследуемых составляет 62,0 % (66,0 %). Уменьшение концентрации с 178,0 до 111,0 мкг/л (с 97,0 до 64,0 мкг/г-креат.) наблюдается у 65,0–79,0 % участников исследования.

На основании полученных данных установлено, что снижение концентрации происходит за первые три дня приема «Зостерин-Ультра-60». На протяжении последующих дней, с третьего по пятнадцатый, содержание меди в моче работающих не изменяется и варьирует в диапазоне 111,0–113,0 мкг/л (61,0–64,0 мкг/г-креат.).

Влияние приема БАД «Зостерин-Ультра-60» на содержание ионов свинца в крови. При оценке эффективности БАД установлено, что среднегеометрическая концентрация свинца в цельной крови увеличивается на пятнадцатый день исследований и составляет 11,0 мкг/дл. Концентрация увеличилась в среднем на 60,0 % (у отдельных рабочих от 100,0 до 300,0 %) по сравнению с днем начала приема БАД. Данная зависимость наблюдается у 86,0 % исследуемой группы.

У 80,0 % лиц после десятидневного курса приема БАД отмечается увеличение уровня свинца в крови. Среднее содержание свинца в крови у обследуемой группы до приема «Зостерин-Ультра-60» составляло 7,8 мкг/дл, а после десятидневного приема препарата содержание свинца в крови повысилось на 37,8 % и составило 10,7 мкг/дл, причем различие статистически достоверно ($t = 2,2$).

Влияние приема БАД «Зостерин-Ультра-60» на содержание ионов марганца в биологических средах. У 70,0 % лиц, принимавших препарат, отмечается снижение уровня марганца в крови начиная с первых суток приема. Если судить по усредненным результатам, то содержание марганца в крови у больных с марганцево-никелевой интоксикацией незначительно возросло в первые сутки приема БАД (повышение статистически не значимо). К десятым

суткам произошло снижение содержания марганца в крови более чем в четыре раза, с 18,3 до 4,2 мкг/л.

Содержание марганца в моче у 95,0 % человек с марганцево-никелевой интоксикацией, принимавших «Зостерин-Ультра-60», увеличилось с первых суток приема и было выше фоновых значений (уровня до приема БАД) до конца исследования. По усредненным данным содержание марганца в моче на первые сутки увеличилось более чем в 2,5 раза, на десятые сутки более чем в два раза и на пятнадцатые сутки почти в три раза по сравнению с уровнем до приема БАД.

В результате исследований по оценке влияния лечебно-профилактического киселя «Леовит» и БАД «Зостерин-Ультра-60» на изменение содержания ионов никеля, кобальта, меди в моче и свинца, марганца в цельной крови были установлены зависимости содержания данных ионов в биологических средах от продолжительности приема. Полученные данные в рамках проведенных исследований позволяют сделать вывод, что по отношению к токсичным ионам металлов оба лечебно-профилактических напитка проявляют схожие по своей эффективности свойства и их детоксикационные свойства целесообразно использовать при проведении профилактических мероприятий среди работающих в контакте с аэрозолями тяжелых металлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологическая ситуация в районе размещения крупного металлургического медно-никелевого предприятия на Крайнем Севере характеризуется загрязнением атмосферы, поверхностного слоя почвы, водоемов, снежного покрова целым рядом химических элементов и соединений и, как следствие, накоплением их в различных видах флоры и фауны [15, 67, 111, 123, 158, 180]. Наибольшее гигиеническое значение в загрязнении окружающей среды имеют диоксид серы, соединения никеля, меди, кобальта, свинца и кадмия.

Использование поверхностных вод озера Монча для обеспечения питьевого водоснабжения города Мончегорска не представляет опасности для здоровья населения, так как уровень основных загрязнителей на выходе из сети водоснабжения в десятки раз ниже ПДК.

Питьевая вода, употребляемая населением города Мончегорска, характеризуется низкой минерализацией с выраженным низким содержанием макро- и микроэлементов, необходимых для обеспечения сбалансированной жизнедеятельности организма человека.

Статистические исследования не подтверждают наличия каких-либо особенностей уровня или структуры заболеваемости среди детского населения города Мончегорска по сравнению со среднеобластными показателями. В соответствии с задачами исследования в качестве контроля были использованы контингенты детского и взрослого населения, проживающего в городах с отличной от Мончегорска степенью жесткости питьевой воды (Кировске, Санкт-Петербурге и Белгороде).

Уровень калия и натрия в волосах был весьма переменчивым, и нам не удалось выявить какой-либо закономерности в накоплении этих макроэлементов. Возможно, это связано с низкой способностью данных металлов образовывать стабильные связи с белками.

Концентрации двухвалентных металлов (кальция и магния) в волосах находились в прямой зависимости от их уровня в питьевой воде. Соответственно, их содержание в волосах детей, проживающих на территории с высоким уровнем минерализации питьевой воды, оказалось в десятки раз выше, чем у их сверстников, употребляющих низкоминерализованную питьевую воду (Мурманская область).

Наиболее очевидная зависимость концентраций металлов в волосах от уровня минерализации питьевой воды обнаруживалась при сопоставлении полученных результатов по кадмию, меди, железу, марганцу, никелю, титану и цинку. В городах Мурманской области с низкоминерализованной питьевой водой содержание этих металлов в волосах было минимальным, а жесткая питьевая вода города Белгорода способствовала интенсивному их накоплению. Например, уровень меди в питьевой воде города Мончегорска был в 27,5 раза выше, чем в Белгороде, а содержание этого элемента в волосах детей, проживающих в Белгороде, оказалось в два раза больше. Наиболее низкое содержание железа в воде и наиболее высокое в волосах детей также отмечалось в Белгороде. Концентрация марганца в волосах белгородцев была в пятнадцать раз выше, чем у северян, при одинаковом его уровне в питьевой воде.

Более сложная закономерность отмечалась у данных групп детей при оценке концентраций алюминия, бария и стронция. Самое высокое содержание этих металлов также обнаруживалось в пробах волос белгородцев, но при сопоставлении групп детей из Кировска и Мончегорска была выявлена зависимость результатов от концентрации элементов в питьевой воде (в Кировске она во всех случаях была существенно выше). Концентрация алюминия более 14 мг/кг обнаруживалась в волосах у 5,5 % детей из Мончегорска и 50,0 % детей из Кировска. Уровень бария в волосах более 1,3 мг/кг был выявлен у 16,7 % детей первой группы и у 50,0 % обследованных во второй группе. Содержание стронция более 1,2 мг/кг было характерно для 75,0 % детей, проживающих в городе Кировске, и только для 5,5 % их сверстников их города Мончегорска. Все эти различия были статистически достоверны ($P < 0,05$). Таким образом, в данных случаях отмечается зависимость содержания металлов в волосах как от жесткости питьевой воды, так и от их содержания в окружающей среде.

Характер накопления свинца в волосах обследованных контингентов существенно не различался и не зависел от жесткости питьевой воды. Недостовверное повышение уровня этого элемента в первой и пятой группах было обусловлено высоким содержанием свинца (более 8 мг/кг) у четырех и двух детей из этих групп соответственно. Было установлено, что четверо из шести проживают на первом или втором этажах зданий и окна квартир выходят на автомагистраль с напряженным движением. Эти случаи и явились причиной несколько более высокого уровня свинца в соответствующих группах.

Концентрация в волосах детей серебра, бериллия, кобальта, молибдена, селена, олова, таллия и иттрия была ниже порога чувствительности используемого метода анализа, и мы можем только отметить отсутствие признаков накопления этих металлов в повышенных концентрациях.

Для сопоставления данных исследования были также проведены у 20 работников АО «Кольская ГМК» (шестеро из них подвергались воздействию высоких концентраций аэрозолей никеля, меди и кобальта) и у 32 взрослых жителей Санкт-Петербурга (шестая и седьмая группы). Концентрация двухвалентных макроэлементов у взрослых была недостоверно выше, чем у детей. Существует мнение, что при завершении формирования скелета потребность в этих элементах снижается.

В ряде других случаев выявленные различия были обусловлены профессией. Так, у пяти из шести работников, занятых на пирометаллургическом и гидromеталлургическом производствах никеля, уровень кадмия в волосах составлял 0,33–0,92 мг/кг. Повышение концентрации меди у двоих из них достигало 70,0 и 84,0 мг/кг, никеля — 240 мг/кг, кобальта — 3,4 мг/кг. Эти данные свидетельствуют о том, что определение уровня химических элементов в волосах является эффективным тестом при условии адекватного подбора контрольных контингентов. Углубленное изучение профессиональных групп не входило в основные задачи данной работы.

Для оценки влияния уровня здоровья на минеральный состав волос было также обследовано 26 мальчиков в возрасте от 9 до 11 лет, часто болеющих простудными заболеваниями (более трех раз в году за последние два года), не имеющие признаков клинически выраженных органических изменений в органах дыхания. Особенностью минерального состава волос детей второй

группы являлся более высокий уровень бария, никеля, сурьмы, стронция и титана. Содержание бария более 1,3 мг/кг в волосах обнаруживалось соответственно у 16,7 и 14,8 % детей первой группы и у 50,0 и 38,5 % обследованных во второй группе ($P < 0,05$). Чаще у детей второй группы был также зарегистрирован уровень никеля более 1,2 мг/кг (в 50,0 % случаев против 24,1 % в первой группе, $P < 0,05$). Концентрация сурьмы более 10,0 мг/кг была характерна для 13,0 % детей первой группы и 34,6 % их сверстников из второй группы ($P < 0,05$). Повышенный уровень стронция (более 0,63 мг/кг) обнаруживался у 11,1 и 42,3 % детей первой и второй групп соответственно ($P < 0,01$). Нет оснований полагать, что выявленные концентрации этих малотоксичных металлов могли стать причиной частых простудных заболеваний (в литературе нет данных о возможности развития иммунодефицитных состояний при такого рода воздействиях). Их накопление носит, скорее всего, вторичный характер (повышение проницаемости мембран при воспалительных процессах).

Определенный интерес представляет и дефицит бора у детей второй группы. Уровень этого элемента в волосах ниже 2,0 мг/кг (нижняя граница значений для детей средней полосы России) обнаруживалась у половины здоровых и у 25 из 26 часто болеющих детей города Мончегорска ($P < 0,01$).

В городе Мончегорске основными загрязнителями окружающей среды аэрогенными выбросами металлургического комбината из числа металлов являются медь, кобальт и никель. Однако анализы крови подтверждают данное исследование волос о низком содержании этих металлов в организме детей. Содержание меди в крови обследованных соответствует средним значениям для центральных регионов России (1,04 и 1,0 мг/л соответственно). Концентрация кобальта во всех случаях была меньше 0,1 мг/л при рекомендованном верхнем значении этого показателя 0,4 мг/л. Уровень никеля также был менее 0,1 мг/л при средних значениях по России 0,08–0,12 мг/л. Подтверждается и низкое содержание кальция в организме. Все это свидетельствует об отсутствии накопления металлов — загрязнителей окружающей среды в организме детей города Мончегорска и об объективном характере анализа волос на микроэлементы.

Сравнительное исследование накопления металлов в волосах детей и взрослых в контрастных геохимических регионах позволяет заново оценить возможности этого метода биомониторинга. Сложности в стандартизации полученных данных вызвали закономерную настороженность специалистов: на содержание микроэлементов в волосах явно оказывали влияние неизвестные факторы. Один из них — возраст обследованных. Выявление зависимости накопления ряда металлов в организме от жесткости питьевой воды может стать важным шагом в направлении стандартизации метода анализа волос на содержание химических элементов. Многочисленные преимущества этого скринингового метода компенсируют сложности в интерпретации полученных результатов.

Выявленная зависимость уровня накопления микроэлементов от жесткости питьевой воды заставляет с большой осторожностью подойти к вопросу коррекции минерального обмена у северян. Нет уверенности в том, что длительный прием препаратов кальция и магния детьми экологически неблагоприятного региона (города Мончегорска) не приведет к накоплению

у них тяжелых металлов и токсических эффектов. Проверка такого предположения не должна проводиться на детских контингентах, и она не входила в задачи данной работы. Направленное воздействие на минеральный обмен детей города Мончегорска должно отвечать определенным требованиям: 1) безопасность для здоровья детей может быть гарантирована контролем за минеральным составом крови в процессе воздействия и использованием традиционных пищевых продуктов и добавок; 2) методика должна обеспечивать выведение из организма токсичных металлов, но не важных биогенных элементов; 3) должен быть компенсирован «северный дефицит» макро- и микроэлементов в организме детей. Указанным требованиям в достаточной мере соответствует совместное применение морской капусты (ламинарии) и низкоэтерифицированного яблочного пектина.

Исследования были проведены у 26 детей в возрасте 9–12 лет, проживающих в городе Мончегорске, часто болеющих простудными заболеваниями. В течение тридцати дней дети ежедневно получали салат, содержащий 100 г морской капусты, а также 200 мл напитка «Альгапект» с интервалом употребления в 3–4 часа. До и после проведения курса осуществлялся забор крови для проведения анализа на содержание макро- и микроэлементов. Для проведения данной работы был выбран апрель, так как в холодное время года на результаты исследования могли повлиять простудные заболевания, в мае на состав питьевой воды оказывают влияние металлы, содержащиеся в снежном покрове. Результаты исследования показали, что переносимость морской капусты и напитка во всех случаях была хорошей. Последний дети пили с удовольствием. Снижение уровня натрия и калия в крови было несущественным и, вероятно, было связано с резким потеплением в конце апреля и повышением потоотделения у тепло одетых детей.

Содержание кальция в крови не изменилось, что очень важно. Концентрация магния в крови детей более 50 мг/л в исходном исследовании определялась в 7,7 % случаев, а при повторном — в 30,8 % ($P < 0,05$). Можно предположить, что это связано с действием морской капусты, которая содержит не только магний, но и бор — стимулятор выработки паратгормона. Если при первичном исследовании уровень бора выше 0,38 мг/л обнаруживался у 7,7 % детей, то при повторном — у 50,0 % ($P < 0,01$).

При повторном исследовании у троих детей было выявлено повышенное содержание серебра (0,47–1,3 мг/л), которое ранее в крови не обнаруживалось. Это может быть также связано с приемом морской капусты, однако такие дозы не представляют опасности для здоровья.

Концентрация алюминия в крови повысилась почти в два раза, хотя различие и не было статистически достоверно. В какой-то мере объяснить эту тенденцию может корреляция уровня алюминия в крови с содержанием бора (0,7964) и магния (0,6427). Можно предположить, что повышение концентрации алюминия вторично по отношению к изменениям регуляции обмена двухвалентных макроэлементов.

Уровень бария более 0,05 мг/л был выявлен у 10 из 26 детей (но не в тех же случаях) как до, так и после исследования. Применение морской капусты и напитка «Альгапект» не оказало какого-либо влияния на содержание бария в крови.

Исходная концентрация кадмия в крови была значительно выше рекомендованного уровня (0,020 и 0,003–0,007 мг/л соответственно). После

проведения курса, связанного с приемом морской капусты и напитка «Альгапект», только у двух детей обнаруживались значимые концентрации этого токсичного металла (0,013 и 0,005 мг/л), у остальных 24 детей его уровень был ниже порога чувствительности используемого метода ($P < 0,01$). Анализ крови является не самым эффективным тестом оценки содержания кадмия в организме, но столь существенные различия не могут быть случайными.

Снижение марганца в крови не было статистически достоверным как по динамике среднего показателя в группе ($P > 0,05$), так и по частоте значений менее 0,07 мг/л (69,2 и 73,1 % до и после исследования, $P > 0,05$). Вместе с тем сама направленность процесса обосновывает целесообразность дальнейших наблюдений, но не может рассматриваться в качестве негативной.

Средняя концентрация свинца в крови уменьшилась на 19,0 % ($P > 0,05$). Его уровень более 0,3 мг/л был выявлен у 11 из 26 до и у 4 из 26 детей после курса применения морской капусты и напитка «Альгапект» ($P < 0,01$). Данный результат также представляется весьма важным.

Уровень кремния менее 30 мг/л был выявлен у 17 из 26 детей при исходном исследовании и только в шести случаях при повторном ($P < 0,01$). Морская капуста содержит довольно много кремния, но уровень этого элемента снизился. Выявленная закономерность может представлять интерес для регионов с высоким содержанием кремния в воде и повышенным уровнем связанной с ним патологии, например уролитиаза.

Снижение концентрации стронция также не имеет практического значения для уровня здоровья детей города Мончегорска. Его содержание в крови менее 0,05 мг/л при первичном исследовании обнаруживалось реже, чем при повторном (15,4 и 65,4 % соответственно, $P < 0,01$). Стронций является близким химическим аналогом кальция, и его выведение без снижения уровня кальция в крови весьма важно для ряда ситуаций, например, для регионов с высоким содержанием стронция в питьевой воде.

Концентрация титана в крови у детей существенно не изменилась ($P > 0,05$). Отсутствовали также различия по частоте снижения этого элемента в крови менее 0,16 мг/л ($P > 0,05$). Незначительно изменилась и концентрация цинка в крови после применения у детей морской капусты и напитка «Альгапект», она оставалась в пределах физиологической нормы.

Таким образом, проведение месячного курса приема морской капусты совместно с напитком «Альгапект» в группе из 26 детей, проживающих в городе Мончегорске, в целом оказало благоприятное влияние на их минеральный обмен. Уровень кальция в крови оставался стабильным при достоверном снижении концентрации стронция. Несколько возросло содержание магния, что может быть связано с повышением уровня бора и его влиянием на функцию парашитовидных желез в условиях вероятного дефицита витамина D₃. Содержание хрома, железа, меди, титана и цинка в крови не изменилось, а снижение уровня марганца было несущественным.

Важным результатом исследования является снижение концентрации в крови весьма токсичных свинца и кадмия, содержание которых у детей города Мончегорска было повышенным.

Порог чувствительности использованного метода исследования концентрации микроэлементов в крови не позволил проследить влияние данной схемы на уровень никеля, кобальта и некоторых других металлов. Однако их

содержание не было повышенным, и некоторые колебания их уровня в крови не имеют принципиального значения.

Следовательно, совместное применение в течение одного месяца сорбирующего напитка «Альгапект» и ламинарии (морской капусты) позволяет снизить содержание в крови свинца, стронция, кадмия и кремния без потери жизненно важных биоэлементов.

Полученные результаты позволяют рекомендовать регулярное применение месячных курсов (3–4 раза в год) морской капусты и напитка «Альгапект» для детей города Мончегорска, имеющих повышенный риск интоксикации свинцом и кадмием. Месячный курс целесообразно повторять два раза в год.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить некоторые закономерности накопления биоэлементов и токсичных металлов у детей, проживающих в районах интенсивной промышленной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации, разработать схему коррекции выявленных нарушений.

Исследования по оценке влияния лечебно-профилактического киселя «Леовит» и БАД к пище «Зостерин-Ультра-60» на изменение содержания ионов никеля, кобальта, меди в моче и свинца, марганца в цельной крови определили зависимости содержания данных ионов в биологических средах от продолжительности приема. Полученные данные в рамках проведенных исследований позволяют сделать вывод, что по отношению к токсичным ионам металлов оба лечебно-профилактических напитка проявляют схожие по своей эффективности положительные свойства. Определена целесообразность использования детоксикационных свойств лечебно-профилактических напитков «Леовит» и «Зостерин-Ультра-60» при проведении профилактических мероприятий среди работающих в контакте с аэрозолями тяжелых металлов. С учетом составов и свойств основных действующих компонентов лечебно-профилактических напитков «Леовит» и «Зостерин-Ультра-60» допускается их применение при особо вредных и вредных условиях труда как продуктов, замещающих молоко, в соответствии с перечнем вредных производственных факторов (Приказ Минздрава России от 28 марта 2003 г. «Об утверждении перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока и других равноценных пищевых продуктов»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова Н. И. Влияние химического загрязнения окружающей среды на состояние детей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Премь, 1996. 40 с.
2. Авцын А. П., Жаворонков А. А. Микроэлементозы Севера // Вопросы медицинской географии Севера. Мурманск: Кн. изд-во, 1986. С. 9–17.
3. Анфалова Г. Л., Петроченкова М. А., Михаэлис Н. Г. Гигиеническое значение ультрапресной питьевой воды // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Качество питьевой воды, водоотведение и здоровье населения». Рязань, 2000. С. 11–12.
4. Бакаева Е. А. Влияние экологических факторов на микроэлементный статус новорожденных и детей дошкольного возраста в условиях Европейского Севера и средней полосы России: дис. ... канд. биол. наук / Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. Нижний Новгород, 2016. 200 с.
5. Бакаева Е. А., Еремейшвили А. В. Экологическая ситуация и микроэлементный статус детей (1–3 лет) неурбанизированной территории Европейского Севера России // Экология человека. 2014. № 4. С. 34–38.
6. Баранов А. А. Окружающая среда и здоровье // Педиатрия. 1995. № 5. С. 5–6.
7. Бацевич В. И. Антропо-экологическое изучение микроэлементного состава волос у некоторых групп населения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1988.
8. Белгородская область в цифрах. 2018: Краткий статистический сборник / Белгородстат. Белгород, 2018. 300 с.
9. Бериллий. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1985. Вып. 63. 55 с.
10. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний / А. Л. Горбачев и др. // Экология человека. 2007. № 1. С. 4–11.
11. Биомониторинг содержания тяжелых металлов в волосах детского населения на территории Арктической зоны России / О. М. Журба и др. // Экология человека. 2018. № 5. С. 16–21.
12. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 191 с.
13. Быкова А. Е., Карпушкина С. А., Анфалова Г. Л. Гигиенические аспекты использования слабоминерализованной питьевой природной воды // Экология и развитие Северо-Запада России: мат-лы VII междунар. конф., СПб.: МАНЭБ, 2002. С. 140–143.
14. Ванадий и его соединения. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1984. Вып. 67. 35 с.
15. Васильев В. В., Селин В. С. Методология комплексного природохозяйственного районирования северных территорий и российской Арктики. Апатиты: КНЦ РАН, 2013. 260 с.

16. Вельтищев Ю. Е. Экопатология детского возраста // Педиатрия. 1995. № 4. С. 26–33.
17. Вельтищев Ю. Е. Экологическая детерминированная патология детского возраста // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1996. № 2. С. 5–12.
18. Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. 1922–1932 гг. М.; Л.: АН СССР, 1940. 249 с.
19. Вернадский В. И. Очерки геохимии. М.: Наука, 1983. 422 с.
20. Виноградов А. П. Биогеохимические провинции // Труды Юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения Докучаева В. В. М.; Л., 1949.
21. Влияние антропогенных и геохимических факторов среды обитания на элементный статус детей Челябинской области / С. В. Нотова и др. // Экология человека. 2017. № 11. С. 23–28.
22. Влияние загрязнения вод на здоровье населения индустриального региона Севера / Т. И. Моисеенко и др. // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 2. С. 199–208.
23. Влияние лечебно-профилактических напитков на минеральный обмен промышленных рабочих Арктической зоны Российской Федерации / А. Н. Никанов и др. // Вестник Кольского научного центра РАН. 2017. № 4. С. 113–118.
24. Влияние рекультивированных хвостохранилищ горно-обогатительного комбината на цитогенетические показатели здоровых детей / Н. В. Реутова и др. // Экология человека. 2017. № 12. С. 3–8.
25. Всасывание и секреция в тонкой кишке / И. А. Морозов и др. М.: Медицина, 1988. 224 с.
26. Выбросы вредных веществ от металлургических корпусов никелевых заводов / Г. Я. Липатов и др. // Фундаментальные исследования. 2014. № 10, С. 689–692.
27. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в районе размещения горно-химического комплекса по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд / А. Н. Никанов и др. // Питьевая вода. 2005. № 5. С. 29.
28. Голубкина Н. А., Папазян Т. Г. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 254 с.
29. Горбачев А. Л., Скальный А. В., Ефимова А. В. Физиологическая роль селена и вариации его содержания в организме жителей северо-востока России // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2, № 4. С. 31–36.
30. Горбачев А. Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды // Микроэлементы в медицине. 2006. Т. 7, № 2. С. 11–24.
31. Гудков А. Б., Попова О. Н. Внешнее дыхание человека на Севере. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. 252 с.
32. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. 285 с.
33. Гудков А. Б., Лукманова Н. Б., Раменская Е. Б. Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 184 с.
34. Демографическая обстановка в Мурманской области в 1993 году. Мурманск: Мурманское обл. управление статистики, 1994. 77 с.

35. Демографическая обстановка в Мурманской области в 1994 году. Мурманск: Мурманский облкомстат, 1995. 70 с.
36. Демографическая обстановка в Мурманской области за 1996 год / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 1997. 42 с.
37. Демографическая обстановка в Мурманской области: стат. сб. / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 1999. 79 с.
38. Демографические ежегодники России за 2002–2015 гг. // Федеральная служба государственной статистики: сайт. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/.
39. Демографические проблемы и репродуктивное здоровье женщин и детей первого года жизни / И. В. Ковалев и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 2. С. 10–14.
40. Демографические процессы, динамика трудовых ресурсов и риски здоровью населения европейской части Арктической зоны России / Б. А. Ревич и др.; под ред. Б. А. Ревича, Б. Н. Порфирьева. М., 2016. 304 с.
41. Демографический ежегодник Мурманской области / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2000. 77 с.
42. Демографический ежегодник Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики; Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманск, 2012. 81 с.
43. Демографический ежегодник Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики; Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманск, 2016. 160 с.
44. Деряпа Н. Р., Мошкин М. П., Посный В. С. Проблемы медицинской биоритмологии / АМН СССР. М.: Медицина, 1985. 208 с.
45. Дорофеев В. М. Особенности заболеваемости и медико-демографических процессов, происходящих на Кольском Севере: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1996. 22 с.
46. Дорофеев В. М. Использование данных о заболеваемости по обращаемости для изучения здоровья населения // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2008. № 2 (55). С. 61–63.
47. Дорофеев В. М., Рубин А. Д. Биологические и соматические особенности детей Кольского Заполярья // Коррекция и развитие детей с ограниченными возможностями в условиях Кольского Севера: сб. науч. тр. Мурманск: МГПИ, 1999. С. 4–11.
48. Дребенкова И. В., Зайцев В. А. Микро- и макроэлементы в питьевой воде // Медицина труда и экология человека. 2016. № 4. С. 69–74.
49. Дядицина А. М. Морские водоросли — источник получения биологически активных веществ // Эффективность использования препаратов из водорослей в медицине. Архангельск: Родина Ломоносова, 1995. С. 5–6.
50. Ефимова А. А. Экология и здоровье детей // Педиатрия. 1995. № 4. С. 49–50.
51. Жаворонков А. А. Патологическая анатомия, географическая патология и некоторые вопросы патогенеза эндемического флюороза: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1977. 43 с.

52. Жаворонков А. А. Цинкдефицитные состояния у человека // Архив патологии. 1983. № 9. С. 77–80.
53. Жестяников А. Л. Дисбаланс некоторых макро- и микроэлементов как фактор риска заболеваний сердечно-сосудистой системы на Севере // Экология человека. 2005. № 9. С. 19–25.
54. Загрязнение Арктики: доклад о состоянии окружающей среды Арктики / Программа арктического мониторинга и оценки. АМАП. СПб., 1998. 188 с.
55. Зайцева Н. В., Аверьянова Н. И., Корюкина Н. П. Экология и здоровье детей Пермского региона. Пермь, 1997. 147 с.
56. Захарченко М. П., Кошелев Н. Ф., Ромашов П. Г. Гигиеническая диагностика водной среды. СПб.: Наука, 1996. 208 с.
57. Изучение спектра фармакологической активности новых высокомолекулярных соединений / М. В. Неженцев и др. // Эффективность использования препаратов из водорослей в медицине. Архангельск: Родина Ломоносова, 1995. С. 28–29.
58. Истомин А. В., Пилат Т. Л. Гигиенические аспекты использования пектина и пектиновых веществ в лечебно-профилактическом питании: пособие для врачей. М., 2009. 44 с.
59. Кадмий: экологические аспекты. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения: М.: Медицина, 1994. Вып. 135. 160 с.
60. Карнаухова И. В., Ширяева О. Ю. Исследование содержания меди и активности медь-зависимой супероксиддисмутазы в организме человека // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 2. С. 10–14.
61. Катола В. М. Элементный статус здоровых и больных жителей города Благовещенска // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. № 65. С. 99–103.
62. Кизеветтер И. В., Грюнер В. С., Евтушенко И. А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищевая промышленность, 1967. 416 с.
63. Кобринский Б. А. Медико-экологический мониторинг как основа профилактики хронической патологии у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1994. № 5. С. 2–5.
64. Кобальт. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1986. Вып. 100. 51 с.
65. Ковалев И. В., Мизун Ю. Г. Здоровье на Кольском Севере. М.: Научно-практический центр «Экология и здоровье», 1997. 320 с.
66. Ковалев И. В., Рубин А. Д. Здоровье детей на Севере. М.: Научно-практический центр «Экология и здоровье», 1999. 186 с.
67. Ковалев И. В., Гун Г. Е., Мизун Ю. Г. Медико-экологические проблемы на Кольском Севере. М.: Научно-практический центр «Экология и здоровье», 1997. 180 с.
68. Ковальский В. В. Геохимическая экология. Очерки. М.: Наука, 1974. 299 с.
69. Ковальчук В. К. Оценка фактического потребления железа подростковым населением в регионе с повышенным содержанием железа в питьевой воде // Экология человека. 2015. № 5. С. 8–13.

70. Колпакова А. Ф. Загрязнение среды обитания Таймырского автономного округа тяжелыми металлами и их содержание во фракции крови населения // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 11. С. 5–8.
71. Коновалова О. А. Пектиновые вещества и их применение в лечебных диетах // Вопросы питания. 1957. № 2. С. 3–9.
72. Корчина Т. Я, Корчин В. И., Новокщенова И. Е. Эколого-социальные аспекты формирования здоровья населения Приобского Севера. Сургут: Библиографика, 2016. 154 с.
73. Критерии для выявления зон экологической ситуации: утв. Мин. охраны окружающей среды и природн. ресурсов РФ от 30 ноября 1992 г. М., 1992.
74. Кровообращение и дыхание у школьников в циркумполярных условиях / А. В. Грибанов и др. Архангельск: САФУ, 2016. 270 с.
75. Кубасова Е. Д. Физиологическая характеристика биоэлементного статуса и его влияние на состояние щитовидной железы детей Архангельской области: дис. ... канд. биол. наук / Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова. Архангельск, 2007. 120 с.
76. Кудрявцева Л. П., Моисеенко Т. И. Закономерности распределения тяжелых металлов в органах и тканях сигов из различных водоемов Кольского Севера // Антропогенное воздействие на экосистемы Кольского Севера. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1988. С. 89–93.
77. Ларионова Т. К. Биосубстраты человека в эколого-аналитическом мониторинге тяжелых металлов // Медицина труда и промышленная экология. 2000. № 4. С. 30–34.
78. Леонов В. А., Дубина Т. Л. Цинк в организме человека и животных. Мн.: Наука и техника, 1971. 128 с.
79. Лещенко Я. А. Мониторинг здоровья населения: Теоретико-методологические аспекты. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. 207 с.
80. Липински С. С. Экспериментальные исследования влияния пектина на выделение кобальта из организма // Гигиена труда и профессиональные заболевания. 1961. № 4. С. 47–51.
81. Луговая Е. А., Степанова Е. М., Горбачев А. Л. Подходы к оценке элементного статуса организма человека // Микроэлементы в медицине. 2015. Т. 16, № 2. С. 10–17.
82. Маснавиева Л. Б., Ефимова Н. В., Кудаева И. В. Влияние химических примесей воздушной среды на экспрессию толл-подобных рецепторов и уровень цитокинов у детей подросткового возраста // Экология человека. 2018. № 3. С. 10–15.
83. Медико-биологическая оценка применения профилактических напитков у работающих во вредных условиях труда / А. Н. Никанов и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 8. С. 43–46.
84. Медико-демографические показатели и формирование трудового потенциала в Арктике (на примере Мурманской области) / А. Н. Никанов и др. // Экология человека. 2018. № 1. С. 15–19.
85. Медико-демографические показатели Российской Федерации 2009 год: статистические материалы / Минздравсоцразвития РФ; Департамент организации медицинской помощи и развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Росздрава. М., 2010. 175 с.

86. Медико-демографические показатели Российской Федерации 2010 год: статистические материалы / Минздравсоцразвития РФ; Департамент организации медицинской помощи и развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздравсоцразвития РФ. М., 2011. 163 с.
87. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2012 году: стат. справочник / Минздрав России; Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздрава РФ. М., 2013. 180 с.
88. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2013 году: стат. справочник / Минздрав России; Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздрава РФ. М., 2014. 186 с.
89. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2014 году: стат. справочник / Минздрав России; Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздрава РФ. М., 2015. 186 с.
90. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2015 году: стат. справочник / Минздрав России; Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения; ФГУ ЦНИИОЗИЗ Минздрава РФ. М., 2016. 254 с.
91. Метаболизм магния и терапевтическое значение его препаратов / М. А. Школьников и др. М.: Медпрактика-М, 2002. 28 с.
92. Методические рекомендации. Клинико-лабораторная оценка риска развития хронической интоксикации при воздействии кобальта на организм: утв. 4 февраля 1991 г. М., 1991. 11 с.
93. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения городов химическими элементами / Б. А. Ревич и др. М.: ИМГРЭ, 1982. 110 с.
94. Методические указания МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией. М.: ФЦГ Минздрава России, 2003. 23 с.
95. Методические указания по использованию в лечебно-профилактических целях пектинов и пектинсодержащих продуктов. № 504089. Киев: Урожай, 1990. 14 с.
96. Методические указания по спектральным методам определения микроэлементов в объектах окружающей среды и биоматериалах при гигиенических исследованиях: утв. 20 января 1987 г. № 42-46-87. М., 1987. 26 с.
97. Микроэлементозы человека / А. П. Авцын и др. М.: Медицина, 1991. 495 с.
98. Минтель М. В., Землянова М. А., Жданова-Заплесвичко И. Г. Некоторые аспекты совместного действия алюминия и фтора на организм человека (обзор литературы) // Экология человека. 2018. № 9. С. 12–17.
99. Михеева Е. В., Байтимилова Е. А., Кшнясев И. А. Заболеваемость человека в условиях естественной геохимической аномалии, не вызывающей эндемий // Экология человека. 2017. № 10. С. 21–27.
100. Михалева Л. М. Кадмийзависимая патология человека // Арх. пат. 1988. № 9. С. 81–85.
101. Москалев Ю. И. Минеральный обмен. М.: Медицина, 1985. 287 с.

102. Мудрый И. В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 1999. № 1. С. 15–18.
103. Мусичук Ю. И. Оценка стахостических эффектов при действии химических экотоксикантов // Антропогенное загрязнение и здоровье населения: тез. докл. Калуга, 1995. С. 66.
104. Мышьяк. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1983. № 20. 51 с.
105. Намазбаева З. И., Кукубаев Г. А., Джамгозина Д. М. Информационное значение биокумуляции металлов в волосах у детей дошкольного возраста // Гигиена и санитария. 1999. № 1. С. 34–36.
106. Научное прогнозирование токсичности и оценка потенциальной опасности наночастиц оксида магния для здоровья человека / Н. В. Зайцева и др. // Экология человека. 2019. № 2. С. 39–44.
107. Некоторые показатели функций внешнего дыхания у молодых лиц, уроженцев Крайнего Севера / О. Н. Попова и др. // Вестник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогические науки. 2005. № 2. С. 95–99.
108. Некрасова В. В. Эффективность использования препаратов из морских водорослей в медицине // Эффективность использования препаратов из водорослей в медицине. Архангельск: Родина Ломоносова, 1995. С. 16–18.
109. Никанов А. Н., Кизеев А. Н. Состояние окружающей среды и здоровье населения, проживающего в районе размещения предприятий по производству алюминия // Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». 2004. № 4. С. 67.
110. Никанов А. Н., Храмов А. В. Применение яблочного сорбирующего напитка «Альгапект» и морской капусты для выведения токсичных металлов из организма детей: информационное письмо: утв. Председателем Комитета по здравоохранению Администрации Мурманской области от 27 июля 2000 г.
111. Никанов А. Н., Корначев И. П., Гушин И. В. Влияние факторов риска окружающей и производственной среды на здоровье населения Кольского Заполярья // История Российской повседневности: актуальные проблемы / под общ. ред. С. Д. Морозова, В. Б. Жиромской. Пенза, 2016. С. 22–39.
112. Никифорова Н. А., Карапетян Т. А., Доршакова Н. В. Особенности питания жителей Севера (обзор литературы) // Экология человека. 2018. № 11. С. 20–22.
113. Ноздрюхина Л. Р., Нейко Е. М., Ванджура И. П. Микроэлементы и атеросклероз. М.: Наука, 1985. 221 с.
114. Огулов А. С. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровье детского населения в районах размещения предприятий по добыче и обогащению полиметаллических руд: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1991. 25 с.
115. Османов И. М. Роль тяжелых металлов в формировании заболеваний органов мочевой системы // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1996. № 1. С. 36–40.
116. Основные демографические тенденции среди населения европейской части Арктической зоны Российской Федерации (на примере Мурманской

- области) / С. А. Горбанев и др. // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: мат-лы науч.-практич. конф. с междунар. участием. СПб., 2017. С. 61–69.
117. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу: утв. Президентом РФ 18 сентября 2008 г. Пр.-1969 // Российская газета. 2009. 30 марта.
 118. Охрана окружающей среды в Мурманской области: стат. сб. Мурманск: ГК РФ по статистике, 1999–2009.
 119. Оценка достоверности проведения химического анализа волос методом дуговой атомно-эмиссионной спектроскопии / В. И. Отмахов и др. // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2018. № 12. С. 25–36.
 120. Оценка загрязнения тяжелыми металлами малонаселенных территорий на примере Северо-Западного региона России / М. В. Гапеева и др. // Экология человека. 2018. № 3. С. 4–9.
 121. Оценка нейрофизиологических функций центральной нервной системы при воздействии свинца / А. А. Рыбченко и др. // Экология человека. 2016. № 2. С. 8–12.
 122. Оценка питьевых вод, потребляемых населением Республики Беларусь, по макро- и микроэлементному составу / Е. В. Дроздова и др. // Медицина труда и экология человека. 2017. № 1. С. 44–49.
 123. Оценка риска для здоровья населения Кольского Заполярья, проживающего на территориях с интенсивной промышленной деятельностью / С. А. Горбанев и др. // Тобольск научный — 2017: мат-лы XVI всерос. (с междунар. участием) науч.-практич. конф. Тобольск, 2017. С. 135–137.
 124. Оценка риска санитарно-химических показателей воды для населения Хасанского района Приморского края / П. Ф. Кику и др. // Экология человека. 2018. № 6. С. 12–17.
 125. Павлов Ю. В. К характеристике макро- и микроэлементного состава волос головы народов некоторых стран Африки, не адаптированных и адаптированных к климатогеографическим условиям России // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 10. С. 35–39.
 126. Панин Л. Е. Изменения обмена витаминов, солей и микроэлементов // Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт / под. ред. В. П. Казначеева. Л., 1980. С. 80–108.
 127. Паранько Н. М., Рублевская Н. М. Гигиеническая характеристика загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды промышленного региона и иммунный статус детей // Гигиена и санитария. 1999. № 2. С. 51–54.
 128. Патология человека на Севере / А. П. Авцын и др. М.: Медицина, 1985. 415 с.
 129. Перминова И. Н., Одланд Ю. Э. Реабилитация природными сорбентами отравлений токсическими металлами // Баренц. 1999. № 3. С. 81–83.
 130. Пилат Т. Л., Кузьмина Л. П., Измерова Н. И. Детоксикационное питание / под ред. Т. Л. Пилат. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 688 с.

131. Подкорытова А. В. Биологически активные вещества морских водорослей // Биологически активные вещества гидробионтов: тез. всесоюз. совещ. ВКЦРМ. Владивосток, 1991. С. 106–107.
132. Подковзин А. А., Дандов В. И. Иммуитет и микроэлементы. М.: Аламанда, 1984. 144 с.
133. Попова В. А., Прядко Л. И., Кожин А. А. Тиреоидная патология у населения, проживающего в районах с высокой техногенной нагрузкой // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 10. С. 4–8.
134. Попова О. Н., Щербина Ю. Ф. Климатогеофизическая характеристика Кольского Заполярья // Экология человека. 2012. № 5. С. 3–7.
135. Применение новых средств диетотерапии с пектином морских трав / В. А. Мирошниченко и др. // Биологически активные вещества гидробионтов: тез. всесоюз. совещания. ВКЦРМ. Владивосток, 1991. С. 116–117.
136. Раецкая Ю. И. Биогеохимия и проблемы микроэлементов в животноводстве // Современные задачи и проблемы в биогеохимии. М., 1979. С. 178–182.
137. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Кершенгольц Б. М. Климатические изменения как фактор риска здоровья населения Российской Арктики // Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. М., 2011. С. 10–11.
138. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации / А. В. Скальный и др. // Экология человека. 2014. № 9. С. 14–17.
139. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан / Н. А. Агаджанян и др. // Экология человека. 2016. № 4. С. 38–44.
140. Риск воздействия на здоровье населения Приморского края химических контаминантов в продуктах питания / П. Ф. Кичу и др. // Экология человека. 2017. № 11. С. 18–22.
141. Руководство по контролю качества питьевой воды. Гигиенические критерии и другая релевантная информация. Женева: ВОЗ, 1987. Т. 2. 325 с.
142. Рылова Н. В. Влияние минерального состава питьевой воды на состояние здоровья детей // Гигиена и санитария. 2009. № 1. С. 15–16.
143. Савченко О. В. Выведение тяжелых металлов из организма с помощью энтеросорбента на основе альгината кальция // Экология человека. 2014. № 8. С. 20–24.
144. Савченко О. В. Влияние загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на здоровье детей дошкольного возраста // Экология человека. 2018. № 3. С. 16–20.
145. Сальникова Е. В., Бурцева Т. И., Скальный А. В. Особенности микроэлементного статуса населения Оренбургской области // Экология человека. 2019. № 1. С. 10–14.
146. Сезонные изменения функционального состояния организма детей Кольского Заполярья / А. В. Еникеев и др. // Экология человека. 2007. № 5. С. 23–28.

147. Селен. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. М.: Медицина, 1989. Вып. 58. 228 с.
148. Свинец. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. М.: Медицина, 1980. Вып. 3. 194 с.
149. Свинец и здоровье детей: диагностика, лечение и профилактика: сб. ст. / под ред. С. П. Нечипоренко. СПб.: Каро, 1999. 208 с.
150. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, вып. 1. С. 55–56.
151. Скальный А. В. Оценка и коррекция элементного статуса населения — перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 1. С. 5–13.
152. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 272 с.
153. Смертность населения Российской Федерации 1998 год (статистические материалы) исх. № 672/1 от 29.11.1999 / Министерство здравоохранения Российской Федерации; отдел медицинской статистики и информатики, ЦНИИОИЗ. М., 1999. 245 с.
154. Смертность населения Российской Федерации 1999 год (статистические материалы) исх. № 142/1467 от 25.12.00 / Министерство здравоохранения Российской Федерации; Департамент развития и экономики здравоохранения; отдел прогнозирования и информационных систем, ЦНИИОИЗ: М., 2000. 244 с.
155. Смертность населения Российской Федерации 2000 год (статистические материалы) / Министерство здравоохранения Российской Федерации; Департамент развития и экономики здравоохранения; отдел прогнозирования и информационных систем, ЦНИИОИЗ: М., 2001. 232 с.
156. Соболева Л. Г., Дорофеев В. М., Шаршакова Т. М. Параметрические методы оценки достоверности статистического исследования. Метод стандартизации. Корреляционный анализ. Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2009. 24 с.
157. Содержание кадмия, свинца и меди в организме жителей Ташкента и Ташкентской области / С. В. Олихова и др. // Гигиена и санитария. 2000. № 3. С. 11–12.
158. Содержание металлов в водоемностях и питьевой воде в промышленных городах Мурманской области / Е. В. Душкина и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 29–34.
159. Содержание металлов в местных продуктах питания Печенгского района Мурманской области / А. А. Дударев и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 35–40.
160. Содержание тяжелых металлов в волосах детей в промышленном городе / Т. К. Черняева и др. // Гигиена и санитария. 1997. № 3. С. 23–28.
161. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1996 году: доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. Мурманск: МИП-999, 1997. 124 с.

162. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1997 году: доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. Мурманск: МИП-999, 1998. 146 с.
163. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1998 году: доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. Мурманск: МИП-999, 1999. 180 с.
164. Сравнительная информативность хромосомных aberrаций при оценке металлов в окружающей среде / В. Г. Надеенко и др. // Гигиена и санитария. 1998. № 3. С.10–12.
165. Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в местных продуктах питания Печенгского района Мурманской области / А. А. Дударев и др. // Токсикологический вестник. 2015. № 4. С. 18–25.
166. Талыкова Л. В., Быков В. Р., Никанов А. Н. Окружающая среда как фактор риска для состояния репродуктивного здоровья населения европейской части Арктической зоны РФ // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2017: сб. ст. по мат-лам науч.-практич. конф. с междунар. участием / под ред. Ю. А. Омельчук, Н. В. Ляминой, Г. В. Кучерик. Севастополь, 2017. С. 1308–1311.
167. Татаров А. П. О питательном, диетическом и лечебном значении водорослей Белого моря // Сборник трудов Архангельского медицинского института. 1937. Вып. 3. С. 33.
168. Теддер Ю. Р. Роль микроэлемента фтора в адаптации организма к условиям Севера // Экология человека. 1994. № 1. С. 134–138.
169. Теддер Ю. Р., Гудков А. Б. Медико-экологические проблемы Европейского Севера // Экология человека. 1999. № 4. С. 22–24.
170. Теддер Ю. Р., Жаворонков А. А. Особенности метаболизма фтора при адаптации организма к холоду // Физиология человека. 1988. № 1. С. 123–128.
171. Титов А. Л., Найда В. Г., Алексеев М. Г. Токсикологические аспекты в очагах длительного экологического неблагополучия // Эффективность использования препаратов из водорослей в медицине. Архангельск: Родина Ломоносова, 1995. С. 30–31.
172. Трахтенберг И. М., Иванова Л. А. Тяжелые металлы и клеточные мембраны // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 11. С. 28–32.
173. Трахтенберг И. М., Галакин Ю. М., Пескова Г. Е. О профилактическом применении пектина при профессиональных заболеваниях // Гигиена труда и профессиональные заболевания. 1980. № 7. С. 34–37.
174. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения / Н. П. Тарасова и др. // Безопасность в техносфере. 2015. Т. 4, № 2. С. 16–26.
175. Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б., Никанов А. Н. Оценка риска для здоровья городского населения при воздействии контаминантов почвы // Профилактическая и клиническая медицина. 2012. № 1 (42). С. 101–105.
176. Урих А. А., Урих К. А. Токсико-гигиеническая характеристика бериллия и его соединений. Новосибирск: ОАО «Новосибирский полиграфкомбинат», 2007. 340 с.
177. Фираго А. Л. Содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей от 1 до 3 лет, проживающих в условиях антропогенной нагрузки (на примере

- Ярославской области): дис. ... канд. биол. наук / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. Ярославль, 2012.
178. Фортескую Дж. Геохимия окружающей среды: пер. с англ. М.: Прогресс, 1985. 360 с.
 179. Функциональная активность антиоксидантной системы у человека на Севере в течение года / В. Д. Шадрина и др. // Экология человека. 2018. № 3. С. 33–38.
 180. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В. П. Чашин и др. // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
 181. Хаснулин В. И. Здоровье человека и космогеофизические факторы Севера // Экология человека. 2013. № 12. С. 3–13.
 182. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
 183. Хаснулин П. В., Потеряева Е. Л., Хаснулин В. И. Экологически обусловленный стресс и дизадаптивные гипертензивные реакции на Севере // Экология человека. 2005. № 7. С. 36–39.
 184. Химическое загрязнение продуктов питания и его влияние на здоровье населения Архангельской области / А. В. Лыжина и др. // Экология человека. 2012. № 12. С. 3–9.
 185. Хром и его соединения. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1984. Вып. 68. 43 с.
 186. Цинк и его соединения. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ», Программа ООН по окружающей среде / под общ. ред. Н. Ф. Измерова. М.: ЦМПГКНТ, 1985. Вып. 94. 85 с.
 187. Чекунова М. П., Фролова А. Д. Современные представления о биологическом действии металлов // Гигиена и санитария. 1986. № 12. С. 18–22.
 188. Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2008–2016 гг.: стат. бюллетени Росстата. М., 2017.
 189. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1989 году / Мурманское обл. управление статистики. Мурманск: Мурманскстат, 1990. 61 с.
 190. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1990 году / Мурманское обл. управление статистики. Мурманск: Мурманскстат, 1991. 67 с.
 191. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1991 году / Мурманское обл. управление статистики. Мурманск: Мурманскстат, 1992. 69 с.
 192. Численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области в 1992 году / Мурманское обл. управление статистики. Мурманск: Мурманскстат, 1993. 85 с.

193. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1997 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 1998. 53 с.
194. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1998 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 1999. 54 с.
195. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 1999 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2000. 57 с.
196. Численность населения Мурманской области по полу и возрасту на 1 января 2000 года / Мурманский областной комитет государственной статистики. Мурманск, 2001. 57 с.
197. Шнайдем И. М. Морфопатогенез силикоза и изыскания путей его патогенетической профилактики и терапии: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. М., 1984. 40 с.
198. Щербина Ф. А., Щербина А. Ф., Щербина Ю. Ф. Дыхание человека в Арктике в сезоны световой аперриодичности. Архангельск, 2018. 134 с.
199. Экогеосистемы горнодобывающего класса Северо-Запада восточно-европейской платформы (Мурманская область) / А. Н. Кизеев и др. // Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика). Воронеж, 2015. С. 282–326.
200. Элементный статус населения России / под ред. А. В. Скального, М. Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010. 576 с.
201. Элементный статус студентов разных социальных групп / С. В. Нотова и др. // Экология человека. 2016. № 12. С. 43–48.
202. Юрова А. В. Структурно-функциональная оценка влияния никеля на организм животных и культуру клеток: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 19 с.
203. Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1961. 200 с.
204. Aalbers Th. G., Houtman J. P. W., Makkink B. Risk factors for cardiovascular diseases in relation to metal concentrations in specific organs and to the occurrence of atherosclerosis // *Trace element Med.* 1988. Vol. 5, No. 3. P. 114–119.
205. Age dependence of metals in hair a selected U. S. population / C. Paschal et al. // *Environm. Res.* 1989. Vol. 48, No. 1. P. 17–28.
206. Aggett P. J. Physiology and metabolism of essential trace elements: An outline // *Clin. Endocrinol. Metab.* 1985. Vol. 14, No. 3. P. 513–543.
207. Aggett P. J., Rose S. Soil and congenital malformations // *Experientia.* 1987. Vol. 43. P. 104–108.
208. Anderberg S., Bergback B., Lohm U. Flow and distribution of chromium in the Swedish environment: A new approach to studying environmental pollution // *Ambio.* 1989. Vol. 18, No. 4. P. 216–220.
209. Atmospheric deposition: a review and assessment / J. N. Galloway et al. // *Atmosph. Environm.* 1982. Vol. 16, No. 7. P. 1677–1700.
210. Barcan V. Sh., Kovnatsky E. F., Smetannikova M. S. Absorption of heavy metals in wild berries and edible mushrooms in an area affected by smelter emissions // *Water, air and soil pollution.* 1998. Vol. 103. P. 173–195.
211. Bernat I. Iron metabolism. Budapest: Akad. Kiado, 1983. 415 p.

212. Bremner I., Mehra R. K. Metallothionein some aspects of its structure and function with special regard to its involvement in copper and zinc metabolism // *Chem. Scripts*. 1983. Vol. 21. P. 117–121.
213. Cahill A. L., Nyberg D., Ehret Ch. F. Tissue distribution of cadmium and metallothionein on function of time of day and dosage // *Environm. Res*. 1983. Vol. 31, No. 1. P. 54–65.
214. Childhood lead poisoning — United States: Report to the congress by the Agency for Toxic Substances and Disease Registry // *J. Amer. Med. Ass*. 1988. Vol. 260, No. 11. P. 1523–1533.
215. Chromium, nickel and welding. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans // IARC, Lyon, France, 1990. Vol. 49. 675 p.
216. Сикрт М., Бенcko В. Биологический мониторинг экспозиции человека металлам // *Журнал гигиены, эпидемиологии, микробиологии и иммунологии*. 1990. Т. 34, № 3. С. 257–267.
217. Cousins R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin // *Physiol. Rev*. 1985. Vol. 65. P. 238–310.
218. Cox T. M., O'Donnell M. W. Studies on the binding of iron by rabbit intestinal microvillus membranes // *Biochem. J*. 1981. Vol. 194. P. 753–759.
219. Crusa S., Wisniewski H. M. Cytochemical study on the effect of aluminium on Neuronal Goldi apparatus and lysosomes // *Acta Neuropathol*. 1984. Vol. 63. P. 287–295.
220. Egle P., Shelton K. Chronic lead intoxication causes a brain-specific nuclear protein to accumulate in the nuclei of cells lining kidney tubules // *Jour. Biol. Chem*. 1986. Vol. 261. P. 2294–2298.
221. Environmental exposure as an independent risk factor of chronic bronchitis in northwest Russia / P. Nieminen et al. // *International Journal of Circumpolar Health*. 2013. Vol. 72, No. 1. P. 19742.
222. Environmental geochemical atlas of the central Barents region. NGU, 1998. 745 p.
223. Errera J. J. Tissue mineral analysis using hair as the biological sample // *J. Amer. Med. Technol*. 1980. Vol. 42, No. 3. P. 135–137.
224. Frieden E. A survey of the essential biochemical elements // *Biochemistry of the essential ultratrace elements* / ed. E. Frieden. N. Y.; L.: Plenum Press, 1984. P. 1–16.
225. Hambidge K. M. The role of zinc and other trace metals in pediatric nutrition and health // *Pediatr. Clin. N. Amer*. 1977. Vol. 24. P. 95–107.
226. Hamilton E. I. An overview: the chemical, elements, nutrition, disease and the health of man. Research needed on mineral content of human tissues // *Fed. Proc*. 1981. Vol. 40, No. 8. P. 2126–2130.
227. Hoffmeister H., Schon D. Trinkwasserharte und herz // *Kreislaufkrankheiten. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B.*, 1980. Vol. 172, No. 1. P. 67–81.
228. Houk V. N., Ing R. T., Falk H. Assessing lead exposure from drinking water // *Amer. Publ. Hlth*. 1989. Vol. 79, No. 7. P. 823–824.
229. Individual nickel exposure in Sor-Varanger municipality elucidated by measurements of nickel in urine / T. Smith-Sivertsen et al. // 3-rd International Barents Symposium “Environmental in the Barents region”. Kirkenes, 1996. P. 173.

230. Inverse relation of silicon in drinking water and atherosclerosis in Finland / K. Schwarz et al. // *Lancet*. 1977. Vol. 1. P. 538–539.
231. Kirchgessner M., Schwartz F., Schnegg A. Interactions of essential metals in human physiology // *Current topics in nutrition a disease*. N. Y., 1982. P. 477–512.
232. Korte F. Ecotoxicology of cadmium general overview // *Ecotoxicol. Environm. Saf.* 1983. Vol. 7. No. 1. P. 3–8.
233. Laborda R., Diaz-Mayans G., Nunez A. Nephrotoxic and hepatotoxic effects of chromium compounds in rats // *Bul. Environm. Contum. Toxicol.* 1986. Vol. 36. P. 332–336.
234. LaDou J. The clinical significanct of water pollution medical staff conference // *West. J. Med.* 1988. Vol. 148, No. 2. P. 192–196.
235. Lead contamination around secondary smelters: Estimation of dispersal and accumulation by human / T. M. Roberts et al. // *Science*. 1974. Vol. 186. P. 1120–1123.
236. Mertz W. Clinical and public health significance of chromium // *Current topics in nutrition and disease*. N. Y., 1982. P. 315–323.
237. Nielsen F. Possible future implications of nickel, arsenic, silicon, vanadium, and other ultratrace elements in human nutrition // *Current topics in nutrition and disease*. N. Y., 1982. P. 379–404.
238. Nielsen F. H. The ultratrace elements // *Trace Minerals in Foods* / ed. K. T. Smith. N. Y.: Marcel Dekker, 1988. P. 357–428.
239. Poisoning from thallium / J. G. Schwartz et al. // *Texas Med.* 1988. Vol. 84, No. 8. P. 46–48.
240. Prasad A. S. Clinical, biochemical and pharmacological role of zinc // *Annu. Rew. Pharm. Toxicol.* 1979. Vol. 19. P. 241–269.
241. Prasad A. S., Cossach Z. T. Zinc supplementation and growth in sickle cell disease // *Ann. Int. Med.* 1984. Vol. 100. P. 367–371.
242. Pregnancy health and outcome in two cities in the Kola Peninsula, North-Western Russia / L. V. Talykova et al. // *Int. Journal of Circumpolar Health*. 2007. Vol. 66, No. 2. P. 168.
243. Randall M. S. Aluminum toxicity in an infant not on dialysis // *Lancet*. 1983. Vol. 1. P. 1327.
244. *Recent advances in community medicine* / ed. by A. E. Bennett. Churchill Livingstone; Edinburgh; London; New York, 1978. 368 p.
245. Recover dietary iron and zinc from the proximal intestinal of healthy man: studies of current meals and supplements / J. W. Maseshe et al. // *Amer. J. Clin. Nutr.* 1980. Vol. 33. P. 1946–1954.
246. Sartor F., Rondia D. Blood lead levels and age: a study in two male urban populations not occupationally exposed // *Arch. Environm. Hlth.* 1980. Vol. 35, No. 2. P. 110–116.
247. Self-reported ethnic status of delivering women, newborn body mass index, blood or urine concentrations of toxic metals, and essential elements in sera of Norwegian and Russian Arctic populations / J. Ø. Odland et al. // *Int J Circumpolar Health*. 1999. Vol. 58, No. 1. P. 4–13.
248. Takacs S., Tatar A. Trace elements in the environment and in human organs: analysis according to domicile and sex // *Z. Ges. Hyg.* 1991. Vol. 37, No. 2. P. 53–55.

249. Telisman S., Azaric J., Pric-Majic D. Cadmium in blood as an indicator of integrated exposure to cadmium in the urban population // *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 1986. Vol. 36, No. 4. P. 491–495.
250. Tessendorf H. On the quality of water today // *Water Bulletin.* 1990. P. 407.
251. The prevalence of selected pregnancy outcome risk factors in the life-style and medical history of the delivering population in North-Western Russia / A. Vaktskjold et al. // *International Journal of Circumpolar Health.* 2004. Vol. 63, No. 1. P. 39–60.
252. Trace element content in drinking water of nasopharyngeal carcinoma patients / X. Ling-Wei et al. // *Trace Element Med.* 1988. Vol. 5, No. 3. P. 93–96.
253. Turnquest E. M., Hallenbeck W. H. Blood aluminium levels as environment // *Contam. Toxicol.* 1991. Vol. 46, No. 4. P. 554–560.
254. Underwood E. G. Trace elements in human and animal nutrition. 4rd ed. N. Y.: Acad. Press, 1977. 402 p.
255. Van Bruwaene R., Kirchmann R., Impens R. Cadmium contamination in agricultural and zootechnology // *Experientia.* 1984. Vol. 40. P. 43–52.
256. Yamato N. Concentrations and chemical species of arsenic in human urine and hair // *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 1988. Vol. 40, No. 5. P. 633–40.
257. Zinc, copper, cadmium, and lead levels in cattle tissues in relation to different metal levels in ground water and soil / A. V. Skalny et al. // *Environmental Science and Pollution Research.* 2019. Vol. 26, No. 1. P. 559–569.

ISBN 978-5-91137-440-2



РИО
КНЦ
naukaprint.ru



Никанов Александр Николаевич

Кандидат медицинских наук, руководитель отдела клинических исследований федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург.

Автор более 250 научных работ, 6 монографий.



Дорофеев Виталий Михайлович

Кандидат медицинских наук, врач-методист клиники профзаболеваний филиала «Научно-исследовательская лаборатория федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Кировск, Мурманская область.

Автор более 100 научных работ, 2 монографий, соавтор учебника «Общественное здоровье и здравоохранение».



Мегорский Владимир Владимирович

Кандидат медицинских наук, директор Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, филиала Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты.

Автор более 30 научных работ.



Жиров Владимир Константинович

Доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН; советник председателя Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»; заместитель директора по научно-исследовательской работе Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, филиала Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты.

Автор более 250 научных работ, в том числе 10 монографий.