

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Элементный состав волос жителей г. Симферополя как индикатор геоэкологической обстановки территории

УДК 611.781:550.47(477.75-25)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Смолянинова Дарья Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Наркович Дина Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Барановская Н.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Смольяниновой Дарье Владимировне

Тема работы:

Элементный состав волос жителей г. Симферополя как индикатор геоэкологической обстановки территории	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.03.2018, №1980/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Литературные и фондовые материалы, результаты собственных исследований (пробы волос, отобранные на территории города Симферополь), данные аналитических исследований волос юношей и девушек, проживающих в городе Симферополь.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор 2. Геоэкологическая характеристика территории исследований 3. Методика исследования 4. Особенности элементного состава волос жителей г. Симферополя республики Крым Социальная ответственность 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Макашева Юлия Сергеевна
Социальная ответственность	Абраменко Никита Сергеевич
Раздел на иностранном языке	Матвеевко Ирина Алексеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Elemental composition of human hair as an indicator of the ecological and geochemical state of the environment	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22.03.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Наркович Дина Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Смолянинова Дарья Владимировна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии
 Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.02.2018	<i>Литературный обзор</i>	10
30.03.2018	<i>Геоэкологическая характеристика территории исследования</i>	10
15.04.2018	<i>Методика исследования</i>	10
30.04.2018	<i>Особенности элементного состава волос жителей г. Симферополя республики Крым</i>	10
15.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
15.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Наркович Дина Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО
СОСТАВА ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ Г.СИМФЕРОПОЛЯ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Смоляниновой Дарье Владимировне

Школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Исследовался биологический материал, человеческие волосы в высушенном измельченном состоянии. Рабочая зона представляет собой закрытое сухое помещение с хорошими условиями освещенности. В помещении установлено 3 ЭВМ, где происходит обработка данных и выполнение исследовательской работы анализатором ртути РА-915+ с приставкой ПИРО-915+, на котором производилось определение валового содержания ртути в волосах. Помещение оснащено вентиляционной системой, имеется естественное и искусственное освещение. Методика определения валового содержания ртути в твердом веществе осуществляется по общепринятым методикам</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p>Показатели микроклимата в помещении. Естественное искусственное освещение в помещении, норма освещенности рабочего места. Вредные факторы: отклонение показателей микроклимата в помещении; недостаточная освещенность рабочей зоны.</p>
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p>Электробезопасность. Источники: электрооборудование и электроприборы (ПК). Средства защиты: электроизолирующие провода, заземление и зануление. Опасные факторы производственной среды: электрический ток.</p>

<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p>При анализе проб атомно-абсорбционным методом, волосы не приобретают опасных свойств, и не оказывают влияния ни на одну из биосферных оболочек. Отсюда следует, что изучение проб волос не наносит вреда окружающей среде.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ, углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ); система автоматической противопожарной сигнализации, разработан план эвакуации.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся в соответствии с планом проведения этапов исследовательской работы, с учетом требований и стандартов к организации рабочего места.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p>22.03.2018</p>
--	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>ассистент</p>	<p>Абраменко Никита Сергеевич</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ГМ61</p>	<p>Смольянинова Дарья Владимировна</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Смоляниновой Дарье Владимировне

Школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела; 3. Сборник сметных норм на геолого-экологические работы.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет работ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчёт затрат времени и труда по видам работ 2. Нормы расхода материалов 3. Общий расчет сметной стоимости
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Смолянинова Дарья Владимировна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 86 с., 14 рис., 19 табл., 56 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: волосы человека, элементный состав, ртуть, биоиндикатор, атомно-абсорбционная спектрометрия, нейтронно-активационный анализ, республика Крым, г. Симферополь.

Объектом данного исследования являются волосы жителей города Симферополь.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка уровней накопления химических элементов в волосах жителей г. Симферополя.

Задачи работы:

- 1) изучить экологическую обстановку исследуемого региона,
- 2) провести литературный обзор по экологической ситуации на территории г. Симферополь;
- 3) выявить особенности элементного состава волос жителей на территории г. Симферополь по сравнению с другими территориями;
- 4) выявить гендерные особенности элементного состава волос жителей г. Симферополь;
- 5) дать оценку уровню содержания ртути в составе волос жителей г. Симферополь.

В процессе исследования проводилось определение химического состава проб волос жителей города Симферополь, а также детальное изучение города Симферополь и его геохимических особенностей. Все полученные данные обрабатывались в программах Microsoft Excel, Microsoft Office Word, STATISTICA 6.0.

Область применения: Полученные результаты могут служить сравнительным материалом для работ по мониторингу состояния окружающей среды и определения степени воздействия токсичных элементов на население, проживающее в различных геохимических районах и

экологических условиях, а также могут быть использованы для разработки региональных нормативов содержания элементов в волосах населения.

Экономическая значимость работы: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы природоохранными организациями и местной администрацией для разработки мероприятий по проведению природозащитных и здоровьесберегающих мероприятий.

СОКРАЩЕНИЯ

ИННА – инструментальный нейтронно-активационный анализ

РЭМ – растровая электронная микроскопия

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранение

ПК – персональный компьютер

ПДК – предельно допустимая концентрация

МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии

Содержание

РЕФЕРАТ	8
Введение.....	13
ГЛАВА 1 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	14
1.1 Административно-географический очерк района	14
1.2 Ландшафт и почвы.....	16
1.3 Рельеф.....	17
1.4 Гидрология.....	18
1.5. Климат	21
1.6. Краткая экологическая характеристика территории.....	25
ГЛАВА 2 ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР).....	31
ГЛАВА 3 МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ	37
3.1. Методика отбора и первичной подготовки проб.....	37
3.2. Определение химических элементов в составе волос с помощью ИНАА	39
3.3. Атомно-абсорбционный метод.....	42
3.4. Электронная микроскопия с использованием сканирующего микроскопа Hitachi S-3400N	42
3.5. Статистическая обработка данных.....	43
ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ Г. СИМФЕРОПОЛЬ	50
4.1. Региональные особенности элементного состава жителей г. Симферополь	50
4.3. Оценка уровней содержания ртути в волосах жителей г. Симферополь	52
ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ Г.СИМФЕРОПОЛЯ.....	55
5.1. Профессиональная социальная безопасность	56

5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	56
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	58
5.2. Экологическая безопасность.....	60
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	61
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
ГЛАВА 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	63
6.1. Техничко-экономическое обоснование объема работ.....	63
6.2. Расчет затрат времени и труда по видам работ.....	64
6.3. Перечень и нормы расхода материалов	66
6.4. Общая стоимость лабораторных анализов	67
6.5. Общий расчет сметной стоимости	67
Заключение	69
Список используемой литературы	70

Введение

На сегодняшний день, проблема изучения влияния экологических факторов на здоровье человека, приобретает особое значение. Это обусловлено тем, что большинство российских городов построены вокруг крупных промышленных градообразующих предприятий. Как свидетельствует энциклопедия «Города России», по совокупности экологических условий, лишь 1 % от общего числа городов страны относятся к числу благополучных [10].

Биогеохимические исследования являются наиболее оптимальным и достоверным способом оценки эколого-геохимического состояния территории и степени ее трансформации в результате техногенеза. Большая проблема заключается в правильном выборе индикаторного объекта, который должен отвечать определенному спектру требований.

По данным геоэкологов, экологов и медиков волосы признаны хорошим индикатором воздействия на человека факторов окружающей среды. Правомерность и эффективность использования данного субстрата в анализе эколого-токсикологических корреляций доказана результатами нескольких международных координированных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) [1].

ГЛАВА 1 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Административно-географический очерк района

Республика Крым – субъект Российской Федерации, входящий в состав Южного федерального округа. Образована 18 марта 2014 года в результате присоединения к Российской Федерации части Крымского полуострова, до событий февраля–марта 2014 года, контролировавшийся Украиной. Столица Республики Крым – город Симферополь.

Численность постоянного населения республики, по данным Росстата за 2016 год, составляет 1 912 168 чел. Доля городского населения – 51% [10].

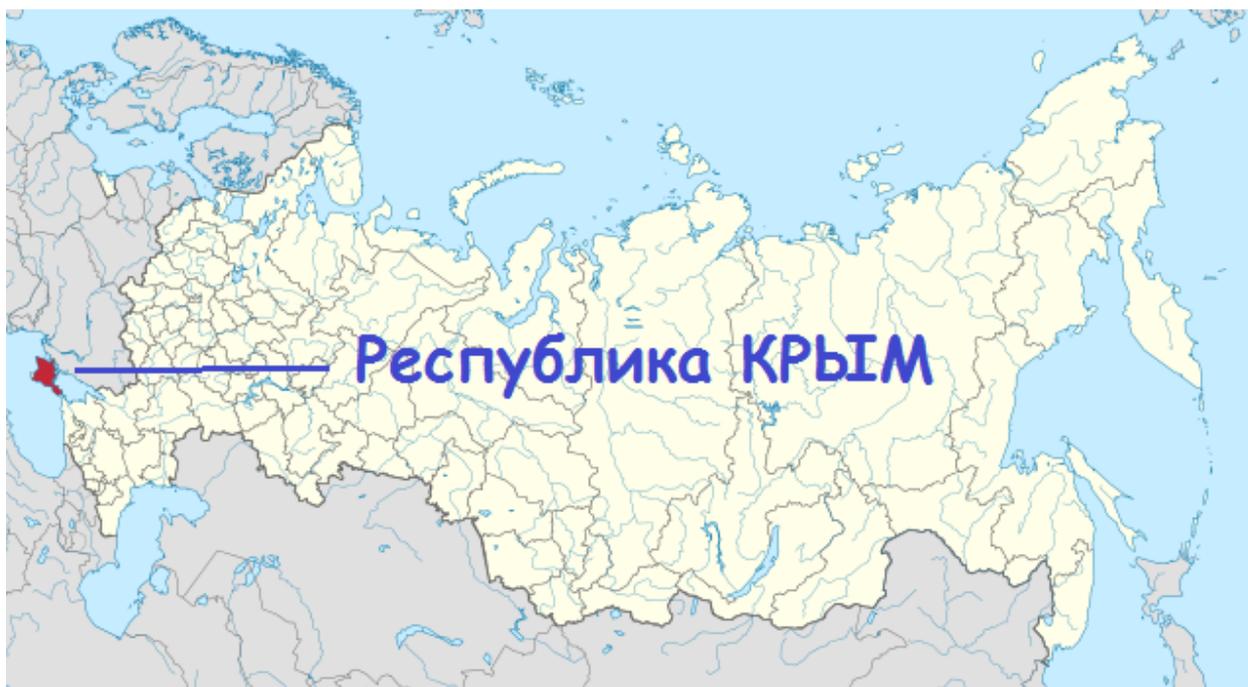


Рисунок 1.1 Административное расположение республики Крым на карте России [7, с дополнениями автора]

Город Симферополь – административный, промышленный, культурный и научный центр Республики Крым. Его площадь составляет 6653,2 га [6, 7].

Город расположен в центральной части предгорного Крыма на пересечении природных путей, связывающих равнинные, предгорные, горные и южнобережные ландшафтные регионы Крыма.

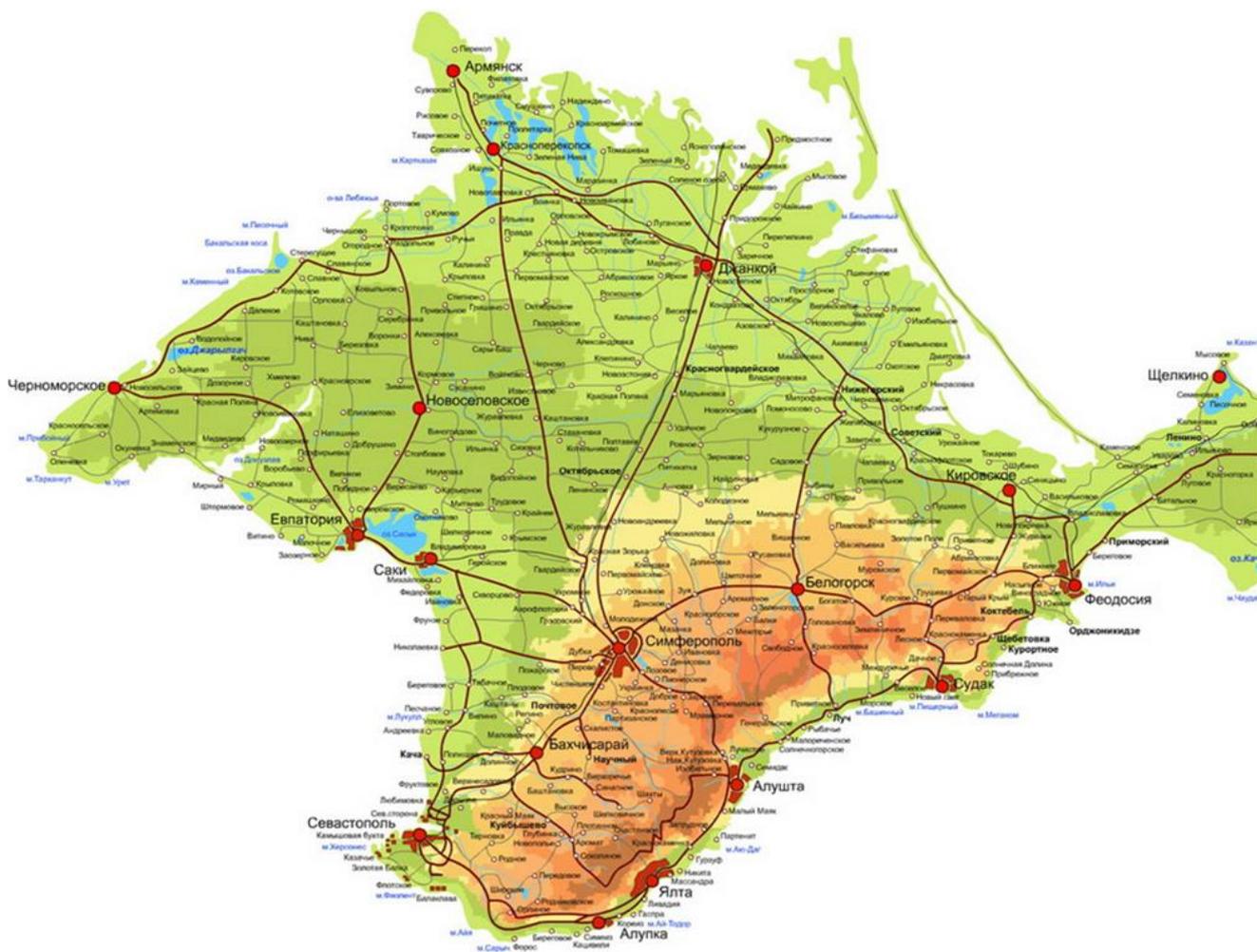


Рисунок 1.2 Географическое положение г Симферополь [7]

На юго-востоке г. Симферополь ограничен внутренней куэстой, высотой 350–470 м над уровнем моря; на западе Внешней куэстой, высотой около 300 м. На северо-востоке, юго-востоке и юго-западе город обрамляют не высокие водораздельные пространства, входящие в структуру междукуэстового понижения.

С окружающими территориями город соединен долинами рек Большой и Малый Салгир, а также рядом седловин, лежащих в верховьях небольших рек Белой (Абдалки), Славянки и балок [19].

1.2 Ландшафт и почвы

Крым характеризуется большим разнообразием ландшафтов. Это объясняется его экотонным положением, сложной геологической историей и длительным хозяйственным освоением.

Ландшафтная организация региона сформировалась примерно 5 тысяч лет назад в середине голоцена. В течение многих столетий численность населения в регионе была небольшой, и хозяйственные нагрузки на ландшафты не приводили к заметному изменению ландшафтов. Однако на сегодняшний день, подавляющая часть ландшафтов Крыма – примерно 23 тыс. кв. км – характеризуется недостатком влаги [7].

Большая часть территории полуострова имеет сухой климат, что создает предпосылки для проявления иссушения почвы и ветровой эрозии, ускоренной деградации пастбищ при значительных нагрузках, ограничивает семенное возобновление лесов горного Крыма. Лишь на площади примерно 4 тыс. кв. км – главная гряда Крымских гор – соотношение атмосферных осадков и испаряемости близко к единице. Тем не менее, леса Крыма находятся на границе ареала своего существования и имеют крайне неустойчивое экологическое состояние.

Формирование почв протекает непрерывно вместе с развитием ландшафтов. В настоящее время почвенный покров города Симферополя сильно изменен, естественные почвы сохранились фрагментарно. На низкой и высокой пойме и частично на первой надпойменной террасе в прошлом были распространены аллювиальные лугово-дерновые и лугово-болотные почвы. Содержание гумуса в этих почвах от 2 до 9 %. Они богаты фосфором и калием [3].

На первой пойменной и надпойменной террасе распространялись лугово-черноземные почвы. Они характеризуются значительной мощностью гумусового горизонта. Содержание гумуса в верхнем горизонте 2,4 – 3,9% [4].

На денудационно-останцовых равнинах наблюдается выщелоченные черноземоподобные почвы на месте сведенных дубрав и предгорные и предгорные карбонатные черноземы.

На склонах куэст, где интенсивно протекают денудационные процессы, были распространены предгорные черноземы и дерново-карбонатные почвы. Их мощность не превышает 20 – 30 см, содержание гумуса 1,6 – 6,2 %. Для них характерно высокое содержание карбонатов (40 – 70 %) [3, 4].

Плодородие почв за последние годы значительно упало из-за нерационального внесения пестицидов и гербицидов, а также неразумного полива. Зачастую во многих хозяйствах давно не применяли простой, но эффективный прием мелиорации - чередование посевных культур, а также пренебрегают многими другими приемами повышения плодородия почв.

1.3 Рельеф

По рельефу Крымский полуостров разделяют на три неравные части: равнинный Крым, (Северо-Крымская равнина с Тарханкутской возвышенностью), около 70% территории, Керченский полуостров со своеобразной грядово-волнисто-равнинной поверхностью и на юге - тремя грядами простирается горный Крым. Самой высокой является Главная гряда Крымских гор (1545 м, гора Роман-Кош), состоящая из отдельных известняковых массивов с платоподобными вершинами, глубокими каньонами. Южный склон Главной гряды выделяется как Крымское субсредиземноморье. Внутренняя и Внешняя гряды образуют Крымское предгорье. (Рис 1.3.1)

С севера Главная гряда Крымских гор окружено двумя грядами — внутренний и внешний. Южные склоны этих гряд крутые, северные — наклонные. Это – куэсты, асимметричные горы, образовавшиеся вследствие размыва наклонных в одну сторону выступлений горных пород. Средняя высота внутреннего, или Среднего, пряди составляет 450-600 м, наибольшая –

738 м (г. Кубалач). Платообразные юго-западная часть Внутренней гряды известна как Макензиевы горы. Параллельно Внутреннему простирается Внешнее, или Северное, прядь. Его высоты не превышают 344 м. Внешнее прядь на север постепенно снижается и переходит в равнину. Внутренняя и Внешняя гряды местами еле заметные в рельефе. Лучше всего они выражены вблизи Симферополя, Бахчисарая, в некоторых других местах. Данное деление обусловлено прежде всего строением земной коры и историей формирования районов [7].

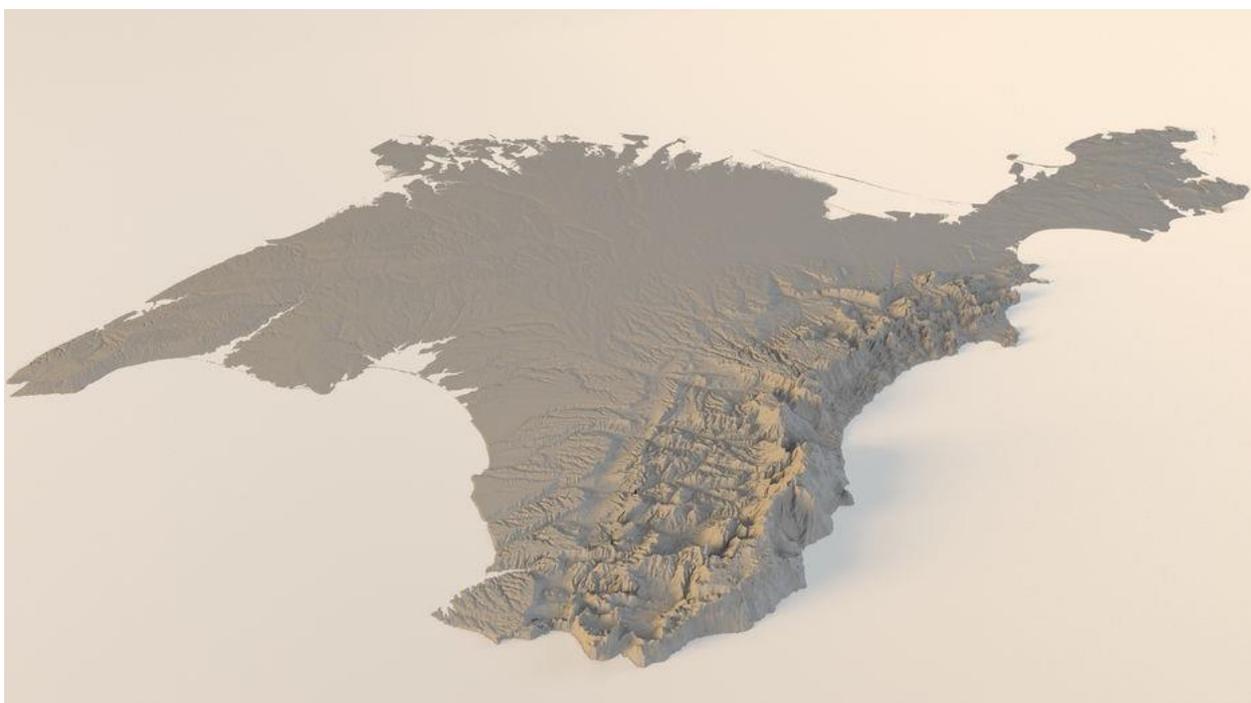


Рисунок 1.3.1 3D модель рельефа республики Крым [7]

1.4 Гидрология

Через весь Симферополь на протяжении 8 км с юго-востока на северо-запад протекает река Большой Салгир. Исток реки Салгир образуется слиянием двух рек: реки Ангары и реки Кизыл-Кобы в Симферопольском районе. Салгир имеет смешанное питание с преобладанием дождевого.

Гидрографическая сеть территории города представлена р. Салгир и ее притоками – Малый Салгир и р. Славянка, р. Абдалка [3, 4].

Салгир является самой длинной рекой полуострова (204 км). Русло реки в пределах города имеет ширину 20–25 м, выше по течению до вхождения в пределы города – 10–15 м, а ниже железнодорожного моста русло суживается местами до 5–6 м. У основной городской реки среднегодовой расход составляет 1,8 куб.м/сек., максимальный – 19,4 куб. м/сек, а годовой сток – 55 млн.куб.м. В связи с недостатком водных ресурсов и в целях аккумуляции преобладающего зимне-весеннего стока на р. Салгир у юго-восточной окраины города в 1951–1955 гг. построено крупное водохранилище ёмкостью 36 млн. куб. м, что позволило более эффективно использовать паводковый речной сток для водоснабжения города. Кроме того, в речных долинах города создан ряд малых прудов — в парке «Салгирка», в парке им. Гагарина, ряд водоёмов-ставков имеется на р. Славянка [16].

Восточная часть города пересекается правым притоком р. Салгир – рекой Малый Салгир. Их слияние происходит вблизи железнодорожного вокзала. Длина реки М.Салгир 28 км, площадь бассейна – 96,1 км².

Водный режим реки обусловлен географическим положением и физико-географическими процессами. Четко выражены два периода: полноводный зимне-весенний и маловодный летне-осенний. Распределение стока по месяцам очень неравномерно: максимум (15% годового стока) дает март, минимум 13% – октябрь [15].

Температура воды в реке Салгир отражает общие температурные условия бассейна. Наиболее низкие температуры наблюдаются обычно в январе-феврале, а наиболее высокие – в июле и августе. Ледовые явления на Салгире не имеют систематического характера и выражаются обычно в виде заберегов, хода сала и шуги. Очень редко на короткое время отмечается ледостав [11].

Химический режим вод реки Салгир очень динамичен, изменяется в зависимости от скорости течения, родников и источников, от состава пород,

подстилающих русло, от особенностей микроклимата. В общем, воды реки Салгир можно характеризовать, по данным А.Н. Олиферова, как пресные гидрокарбонатно-кальцевые с преобладанием в их составе бикарбоната кальция [8].

Характерной чертой режима рек Симферополя и его пригородной зоны являются речные паводки, наблюдающиеся во все времена года, которые неоднократно заливали участки города, расположенные на их поймах. При значительных паводках уровень воды в реках превышает межень на 2-3 метра. Такие паводки обычно наступают внезапно и длятся недолго.

В пределах города река Салгир принимает речку Славянку. Речка Славянка длиной 9,2 км вытекает из прудов, питаемых источниками, расположенными в 8 километрах от города [14, 17].

По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные кальцевые. Питание подземных вод осуществляется за счет вод рек и временных водотоков, атмосферных осадков, подземных вод подстилающих пород и бытовых вод.

На склонах балок и долин в пределах города и его пригородной зоны разгружаются в виде родников. Подземные воды, заключенные в четвертичных, среднеэоценовых и нижнемеловых отложениях. Питание родников происходит в основном трещинными и трещино-карстовыми водами гидрокарбонатно-кальцевого состава с минерализацией 0,4 – 0,6 г/л при температуре 13 – 15 °С.

В настоящее время на территории города и его пригородной зоны около 80 эксплуатационных скважин и шахтных колодцев, с помощью которых ежедневно добывают около 10 000 – 20 000 м³ воды. Также в последние годы увеличилось количество незаконно эксплуатируемых скважин и колодцев, качество воды в которых вызывает сомнение, так как они не проходят необходимый санитарно-эпидемиологический контроль [16, 17].

Вода и водные ресурсы территории г. Симферополя являются важным экологическим фактором, как благоприятствующим развитию города, так и

способствующим процессам его самоочищения, показатели количества воды, поступающей на территорию входят в расчет границы пригородной зоны.

1.5. Климат

Климат города Симферополь умеренно континентальный, со сравнительно мягкой зимой и умеренно жарким летом.

В климатическом отношении г. Симферополь вместе со своей пригородной зоной расположен на границе нижнего предгорного и верхнего предгорного климатических районов [18].

Характер циркуляции атмосферы над Крымом, а, следовательно, и над территорией г. Симферополя, в различные сезоны года неодинаков. Это связано с тем, что в формировании климата принимают участие различные воздушные массы. В регион за год в 75% случаев вторгаются континентальные умеренные массы, в 10% – арктические, в 8% – морские умеренные, в 7% – тропические.

В годовом ходе максимум суммарной радиации наблюдается в июле, а минимум – в декабре. Радиационный баланс почти в течение всего года положительный, только в декабре подстилающая поверхность теряет больше тепла, чем получает. За год суммарная радиация составляет 123,6 ккал/см², а величина радиационного баланса – 55,4 ккал/см² [8].

Проникающий зимой континентальный умеренный воздух обычно имеет температуру около 9 °С. Особенно сильный холод приносит арктический воздух. В отдельные годы зимой в Крым вторгается теплый и влажный средиземноморский воздух, вызывающий повышение температуры до 5–20°С и обильные осадки. Таким образом, характер зимы зависит от частоты повторяемости двух воздушных потоков, восточных и северо-восточных, с одной стороны, и западных, и юго-западных – с другой. При господстве первых – зима бывает холодная, в случае вторых – теплая [15].

Весной повторяемость восточных и северо-восточных воздушных течений снижается. В Крым начинает поступать теплый воздух с юга, со стороны Малой Азии или Балканского полуострова. С притоком теплого воздуха и ростом атмосферного давления облачность уменьшается, а продолжительность солнечного сияния увеличивается. Весной начинают проникать северо-западные атлантические воздушные массы, что влечет за собой увеличение осадков в г. Симферополе, резкие колебания температуры и заморозки. Летом над Крымом в результате распространения на юг Украины полосы высокого давления со стороны Азорских островов ослабевает циклоническая и усиливается антициклоническая деятельность. Во время летних антициклонов континентальный воздух нередко трансформируется в местный тропический. Устанавливается жаркая и сухая погода. Осенний сезон, особенно в первой его половине, сухой и теплый, во второй — влажный и прохладный за счет выхода циклонов со Средиземного моря [9].

Температура воздуха — один из главных показателей климата любой местности. Среднегодовая температура воздуха в г. Симферополе составляет $10,4^{\circ}\text{C}$. Самым холодным месяцем является январь (средняя температура составляет $0,9^{\circ}\text{C}$). Средняя температура самого теплого месяца — июля $+21,6^{\circ}\text{C}$. Абсолютная максимальная температура отмечается также в июне и июле и достигает $+39^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая динамика температуры воздуха в Симферополе показана на рисунке 1.5.1.

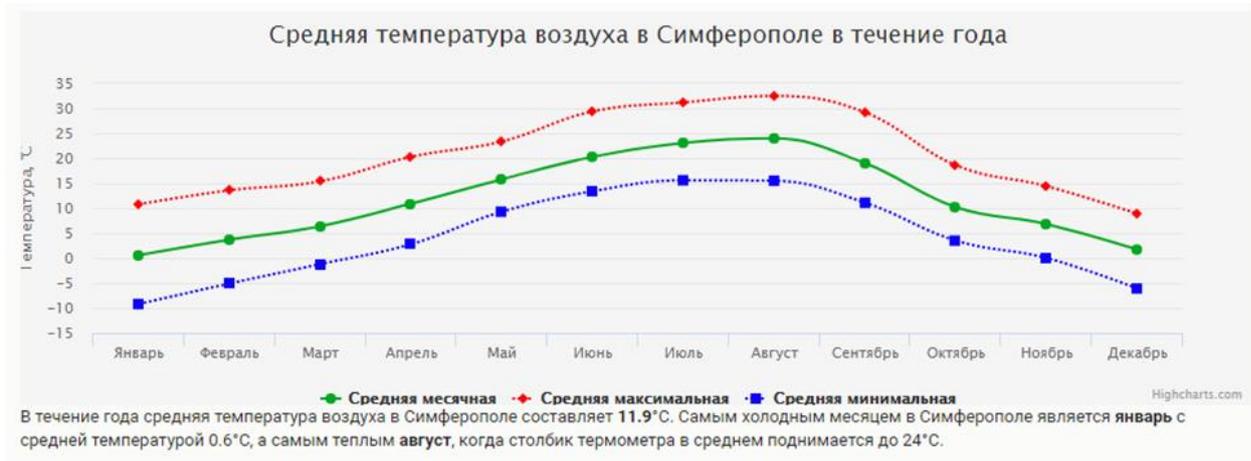


Рисунок 1.5.1 Среднегодовая динамика температуры воздуха в г. Симферополе

Важной характеристикой климата является влажность воздуха. От ее величины при определенных условиях зависит образование облаков и выпадение осадков. Многолетнее среднее годовое значение абсолютной влажности составляет 9,5 мм. Для территории г. Симферополя характерна пониженная среднегодовая относительная влажность воздуха (57%). В годовом ходе, самая низкая относительная влажность воздуха наблюдается летом, а самая высокая – зимой. В июле и августе она составляет 44–47%; в декабре и январе относительная влажность воздуха равна 69–73% [3, 9].

Количество атмосферных осадков отличается большой изменчивостью в разные годы. Годовая норма осадков изменяется от 190–340 до 715–870 мм, при средней многолетней 532 мм. Распределение осадков в течение года также неравномерно. Осадки выпадают в Симферополе главным образом летом, меньше зимой и совсем мало весной

Наибольшее количество осадков выпадает в июне 65 мм. Снежный покров в Симферополе бывает ежегодно, но отличается крайней неустойчивостью. Для зимы характерны чередования оттепелей с морозными периодами. Среднее число дней со снежным покровом составляет 33. Максимальная высота снежного покрова – 34 см.

Ветровой режим обусловлен расположением Крыма южнее относительно полосы повышенного давления, которое формируется отрогами Азорского и Азиатского антициклонов. Поэтому с сентября в г. Симферополе начинают дуть восточные и северо-восточные ветры, господствующие в течение всей осени и зимы. Весной происходит перестройка ветрового режима. С июля по август преобладают западные и северо-западные ветры. В феврале, начале марта в город приходит сезон ветров. Ветер достигает 20–25 м/с и может дуть несколько дней подряд. Среднегодовая скорость ветра в г. Симферополе составляет 4,6 м/с [4, 14].

Бризовые ветры снижают дневную температуру и повышают ночную, в результате чего суточная амплитуда на морском побережье меньше, чем вдали от него. На удалении 10–15 км от берега моря суточная амплитуда температуры воздуха увеличивается в 1,5–2 раза. Во все месяцы в отдельные дни амплитуды температур могут достигать в степи 20–26°, а на остальной территории Крыма – 15–20°. Во время тихой и ясной погоды суточная амплитуда бывает почти в два раза больше, чем во время пасмурной и ветреной. Роза ветров в г. Симферополь представлена на рисунке 1.5.2.

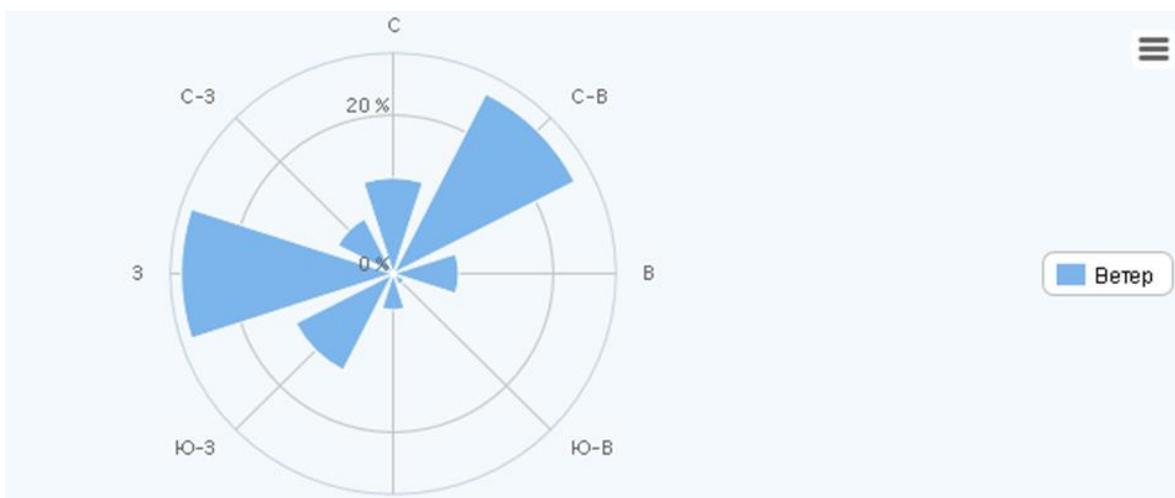


Рисунок 1.5.2 Роза ветров в г. Симферополь [7]

Котловинообразный тип рельефа многократно усиливает негативную экологическую роль некоторых состояний погоды. В условиях

Симферопольской котловины, по нашим экспериментальным данным, скорость ветра в зимних условиях при температуре воздуха – 6°С снижается до 0-0,5 м/сек, в то время как на открытых пространствах она достигает 4,7–5 м/сек и даже 10 м/сек при температуре – 8°С [12].

Малоградиентные типы погод котловинообразных структур рельефа часто связаны с инверсиями, что определяет скопление вредных веществ в нижних слоях атмосферы. В г. Симферополе бывает около 30 дней со штилем. Более 60% всех случаев ветра приходится на штили и ветры малых скоростей. В этих условиях часто случаются туманы. В году наблюдается около 60 дней с туманами, а в зимние месяцы по 7–10 дней ежемесячно. В среднем, каждый месяц с октября по март бывает от 5 до 9 дней с туманами. Именно в эти дни наблюдаются довольно устойчивые симферопольские смоги, когда смертность увеличивается в 1,5–2,0 раза. Таким образом, 30–40% дней в году вредные вещества не выносятся за пределы котловины, а накапливаются в ее нижней части среди домов, парков, скверов [1, 3].

1.6. Краткая экологическая характеристика территории

Экологическое состояние территории г. Симферополя и его пригородной зоны определяется их ландшафтной структурой, уровнем развития промышленности, управленческими и обслуживающими структурами, экологической культурой населения и другими факторами.

Среди разнообразных факторов, влияющих на геоэкологическое состояние городской среды, и сказывающихся на здоровье населения, на первое место выходит загрязнение воздушной и водной сред, почв, продуктов питания и др. Основные виды загрязнения города можно подразделить на химические, физические, геоструктурные, визуальные [10].

Основными источниками, загрязняющими почвенную, воздушную и водную среды являются транспорт, свыше 300 промышленных предприятий, 177 коммунально-складских площадок, 63 транспортных предприятия,

особый источник загрязнения составляет частный сектор, площадь которого достигает 51,7% от площади пригородной зоны. Также имеется 20 производственных территорий (теплицы, молочно-товарные фермы, гаражно-строительные кооперативы, склады и др.) [11, 13]. Крупные промышленные предприятия г. Симферополя приведены в таблице 1.6.1.

Таблица 1.6.1 Крупные промышленные предприятия г. Симферополя

Отрасли промышленности	Предприятия
Электроэнергетика	АО "КрымТЭЦ"
Химическая промышленность	ООО "Реактив"; ООО "Полипласт"
Промышленность стройматериалов	ОАО "Симферопольский завод железобетонных изделий"; Кирпичный завод "Вест" ООО "Сантехпром"; Завод кровельных материалов "Родничок"
Пищевая промышленность	ОАО "Пивобезалкогольный комбинат "Крым"; ООО "Симферопольская кондитерская фабрика"
Машиностроение и металлообработка	Завод "Симферопольсельмаш"; ОАО "Симферопольский завод автомобильных рулей"; Электромашиностроительный завод "Сэлма"
Лёгкая промышленность	ПАО "Фотон"; ООО «КрымЭкоПродукт»

По уровню развития промышленности и по валовому количеству выбрасываемых вредных веществ г. Симферополь, конечно, уступает многим промышленным центрам страны. Но по частоте случаев превышения ПДК по загрязнению атмосферного воздуха город опережает многие большие города, в частности Москву, вследствие расположения его в котловинообразной форме рельефа, затрудняющей рассеивания вредных веществ.

Промышленные предприятия пригородной зоны города Симферополя в среднем за год выбрасывают в атмосферу 13796 т/год вредных веществ.

Из них наибольшее количество приходится на долю сернистого ангидрида - 7233 т/год, окислов азота – 2252 т/год, окиси углерода – 1929 т/год, углеводородов – 959 т/год.

К основным предприятиям загрязнителям относятся ТЭЦ (5849,5 т/год), заводоуправление строительных материалов (1292,4 т/год), промэнергоузел (942 т/год) [9, 15].

Основное же загрязнение создается автотранспортом, и составляет до 80% от загрязнения, образуемого другими источниками. Наиболее загрязненными являются районы автодорог в полосе 50 - 200 м (до 5–10 ПДК) [14]. Карта-схема расположения предприятий загрязнителей показана на рисунке 1.5.2.

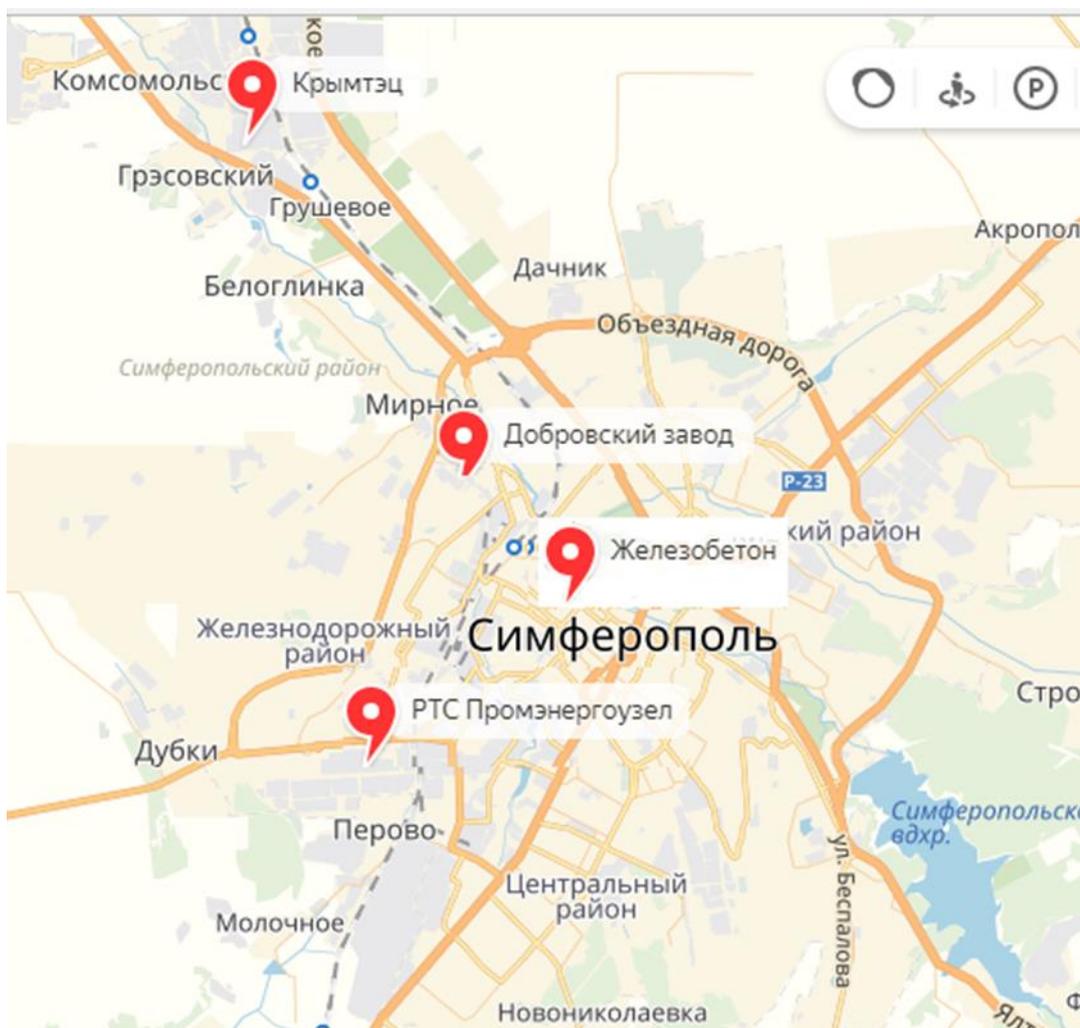


Рисунок 1.5.2 Карта-схема расположения предприятий загрязнителей

Загрязнение почв оценивается по загрязнению верхнего рыхлого слоя. Распространение отдельных элементов имеет ряд закономерностей. Восточная часть пригородной зоны, включая долинно-террасовый комплекс рек Большой

и Малый Салгир, а также район Сергеевки, характеризуется преобладанием аномалий фтора, который встречается пятнами площадью от 200 м² до 800 м², вытянутых вдоль долин рек. На втором месте по занимаемой площади стоит медь. Среди пятен фтора и меди небольшими пятнами распространены бор, хром, молибден.

В юго-западной части пригородной зоны главную роль играют хром и марганец, площадь пятен до 12 км². Почти повсеместно небольшими пятнами распространены фтор и медь. Северо-западный район характеризуется сочетанием мелких пятен фтора, сурьмы, молибдена и меди.

На севере в районе прорыва Внешней гряды р. Салгир наблюдается сплошное распространение хрома с мелкими пятнами молибдена, меди, фтора и марганца [18].

Вдоль дорог повсеместно наблюдается загрязнения свинцом - почти сплошная зона, прерываемая пятнами загрязнения ртутью, что негативно сказывается на состоянии лесополос расположенных вдоль них.

Загрязнение поверхностных и подземных вод может быть, как естественным, так и антропогенным.

Естественное загрязнение поверхностных и подземных вод связано с повышенной минерализацией подземных вод: 56% водопунктов имеют воду с сухим остатком менее 1000 мг/дм³, 17% 1000–1500 мг/дм³, 16% – 1500–3000 и 11% – более 3000 мг/дм³. Воды пониженной минерализации наблюдаются в аллювиальных отложениях, вода с повышенной минерализацией - в коренных и делювиальных отложениях [17].

Содержание нитратов NO₃ – продукт естественного разложения органического вещества, и дает возможность косвенно предполагать возможность бактериального загрязнения. Повышенное содержание NO₃ выше ПДК (45 мг/л) с абсолютным максимумом до 187 мг/дм³ хорошо увязывается с загрязнением почв (свалки, промзоны и др).

Общее количество стоков, сбрасываемых промышленными предприятиями в канализацию значительно превышает их возможности.

Реальное количество суточных стоков составляет 180 тыс.м³/сутки при мощности очистных сооружений канализации 120 тыс.м³/сутки, что ведет к снижению качества очистки (в поступающих стоках наблюдается многократное превышение некоторых вредных веществ, особенно по содержанию тяжелых металлов и взвешенным веществам).

В Симферопольском водохранилищах наблюдается рост суммарной радиологической активности в 2 раза (содержание цезия-137 в 1,5–2,0 раза и стронция-90 – в 1,5 раза). В Симферопольском водохранилище суммарная активность (в 10–12 кюри/л) составила 21,9 кюри/л [2, 15].

Бактериологическая загрязненность Симферопольского водохранилища характеризуется микробным числом 173 и коли-индекс 251 и 350. Бактериологическая ситуация ухудшается после летних дождей в 2–3 раза. По бактериальным показателям вода Симферопольского водохранилища не удовлетворяет существующим требованиям и не может подаваться без очистки.

Температура в р.Салгир в местах сброса стока с очистных сооружений и ниже его превышает среднесуточную на 30 С. По содержанию нитратов, хлоридов, меди и рН эти виды имеет нормативное значения. По другим компонентам (БПК₅, NH₄, FeNi) превышение ПДК достигает в 3–4 раза, по окисляемости, по ПДК₅ – в 3 раза, по железу – в 7 раз, по никелю – в 6 раз.

Одним из неблагоприятных процессов, характерных для пригородной зоны, является подтопление территорий. В прошлом, значительные площади пригородной зоны были заняты болотами и периодически заболачиваемыми участками в районах выхода мочажин на делювиальных плащах, к ним были приурочены оползни. Созданный при строительстве дренаж территории оказался во многих районах недостаточно эффективным и здесь во влажные годы наблюдается поднятие уровня грунтовых вод. Такое явление характерно для районов, расположенных в долинах рек Большой и Малый Салгир в районе очистных сооружений, где аллювиально-делювиальные отложения долины подпитываются погребенным стоком крупных балок [14].

Утилизация твердых отходов в городе и его пригородной зоне не проводится. Система санитарной от твердых отходов работает плохо. В окрестностях многих населенных пунктов возникло немало стихийных свалок. Много бытового мусора сжигается на улицах, загрязняя воздушное пространство. Вопросы эти слабо контролируются горСЭС и другими организациями.

В многолетнем аспекте увеличение загрязнения атмосферного воздуха соответствует увеличению площади города и сокращению естественной растительности в его пригородной зоне. Установлено, что увеличение населения на 100 тыс. чел. ведет к увеличению загрязнения на 8–10%. Эта закономерность усиливается в связи с нахождением города в котловинообразной структуре рельефа [11].

ГЛАВА 2 ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР)

На сегодняшний день человеческие волосы активно используются для контроля содержания многих химических элементов, а также для оценки воздействия факторов окружающей среды и диагностики заболеваний.

Волосы человека являются наиболее предпочтительной средой в различных рода исследований, поскольку могут отражать в своем составе уровни и изменения поступления многих микроэлементов в организм за длительный период времени [35, 42].

Из всех доступных биологических сред человека (кровь, моча, соматические хромосомы и др.) волосы являются наиболее информативным материалом. Информативность диагностических биосубстратов для оценки воздействия химических элементов на человека представлена на рисунке 2.1

Элемент	Кровь	Моча	Волосы	Ногти	Зубы
Фтор	-	++	++	-	++
Хром	+	+	+	+	+
Марганец	+	+?	++	-	-
Кобальт	+	-	+?	+	-
Никель	+?	+?	+?	-	-
Медь	+?	+	+?	+?	+
Цинк	-	+	+?	+	+
Мышьяк	+?	+	++	+	-
Селен	-	+	+	+	-
Кадмий	+?	++	+	+	+?
Сурьма	-	-	+	-	-
Ртуть	+	++	+	+	-
Свинец	++	+	++	+	++

Рисунок 2.1 Информативность диагностических биосубстратов для оценки воздействия химических элементов на человека [22]

Для волос характерна фиксированная динамика роста (0,2 мм в день), в связи с чем, наиболее подходящей для оценки микроэлементного статуса организма на момент обследования, является прикорневая часть волос. Элементы, попадающие в клетки волос с кровью, с существенным затруднением включаются в минеральный обмен организма [21].

Волосы состоят в основном из кератина – белка, построенного из аминокислот, воды и пигмента, который отвечает за окраску волоса.

Волосы здоровых людей обычно содержат каждый микроэлемент в пределах конкретного диапазона концентраций. Отклонения от данных значений указывают на физиологические или экологические нарушения. В целом химический состав волос определяется как эндогенными, так и экзогенными факторами [20-23].

Эндогенные факторы: особенности метаболизма и кровоснабжения, функционирования сальных и потовых желез, генетические факторы.

Экзогенные факторы: прилипание пыли и аэрозолей воздуха, моющие средства, косметика т.д.

Определение содержания химических элементов в волосах является интегративным показателем в гигиенической донозологической диагностике состояния здоровья человека, его адаптации к условиям проживания и обеспеченности микронутриентами. При этом в целях скрининга следует проводить многоэлементный анализ волос, позволяющий оценить не только абсолютное содержание химических элементов в волосах как отражение их обмена в организме, но и увидеть межэлементные взаимоотношения, синергизм и антагонизм макро-и микроэлементов [24, 25].

Экологическая картина промышленных городов является одной из главных проблем современности. Для того, чтобы понять суть проблемы, важно знать не только элементный состав загрязнений, но и структуру распределения очагов, установление источников вредных воздействий, размеры зон их влияния на население [14,15].

Экологическая картина промышленных городов является одной из главных проблем современности. Для того, чтобы понять суть проблемы, важно знать не только элементный состав загрязнений, но и структуру распределения очагов, установление источников вредных воздействий, размеры зон их влияния на население [14,15].

Работами различных авторов установлено, что элементный состав волос отражает специфику подобных техногенных ореолов загрязнения. В исследованиях А.Ф. Маленченко было отмечено, что содержание свинца и плутония в волосах жителей Гомельской области можно ассоциировать с аварией на Чернобыльской АЭС [12, 19].

Работы Б.А. Ревича и Ю.Е. Саета показывают зависимость содержания ряда элементов в волосах человека от наличия различных производственных объектов. На рисунке 2.2 представлена общая тенденция снижения высокого содержания элементов при удалении от объекта, независимо от возраста человека [20].

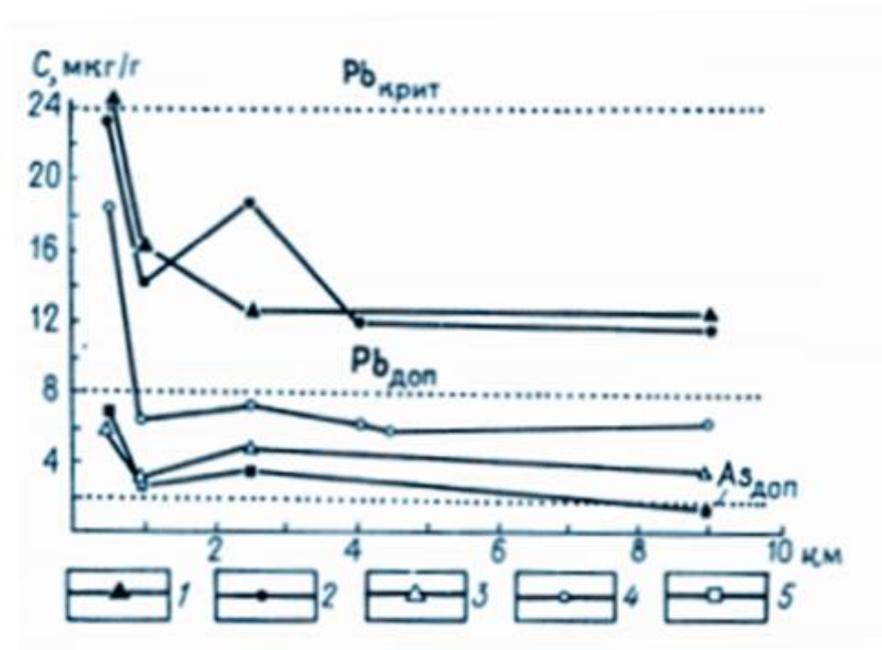


Рисунок 2.2 Содержание Cu, Pb, As в волосах (C, мкг/г) на различном расстоянии (Д, км) от медеплавильного завода: 1 – 5 – содержания Cu, Pb, As в волосах людей разного возраста: 1 – Cu у взрослых, 2 – Cu у детей, 3 – Pb у взрослых, 4 – Pb у детей, 5 – As у детей [17]

Элементный состав волос человека может использоваться как индикатор не только техногенных, но и природных аномалий территории. Учитывая депонирующие свойства волос человека, можно использовать их элементный состав для картирования техногенных ореолов загрязнения и зонирования территорий по степени благоприятности проживания человека. Доказано, что изменение микроэлементного состава тканей человека, в том числе и волос, соответствует элементному составу природно-техногенных геохимических обстановок в местах проживания людей.

Особое значение играет определение ртути в волосах. Ртуть и ее соединения являются веществами первого класса опасности и их содержание строго лимитируется во всех компонентах окружающей среды, питьевой воде, воздухе рабочей зоны и продуктах питания [13].

Токсичность ртути известна с древности. Так в прошлые века появилось символическое название «болезнь сумасшедшего шляпника», которая возникла при тяжелых нервно-психологических нарушениях здоровья рабочих, занимающихся изготовлением фетра с использованием нитрата ртути. [34, 35].

Мобильность, токсичность и накопление Hg в организме зависит от ее формы. Ртуть встречается в различных неорганических и органических формах и отличается стойкостью в окружающей среде. Наиболее распространены три формы:

- a) элементарная ртуть (Hg^0);
- b) ионная ртуть (Hg^{2+})
- c) органические соединения ртути, одно из которых метилртуть ($MeHg$).

Метилртуть легко включается в волосы во время их формирования и ее концентрация в волосах пропорциональна концентрации в крови. В отличие от $MeHg$ включение неорганических форм Hg в период роста волос более ограничено. Это подтверждается случаями сильной интоксикации металлической ртутью и ее неорганическими солями, когда при высоких содержаниях ртути в крови ее содержания в волосах были относительно

невелики. Поэтому считается, что человеческие волосы являются наилучшим индикатором для оценки воздействия именно метилртути [15].

Пример того, как потребление минералов отражается в элементном составе волос, был продемонстрирован в исследовании нескольких тысяч иракских крестьян, чья диета содержала зерно, сильно обработанное фунгицидами. Фунгициды содержали органическую ртуть, которая отражалась в более высоких концентрациях в волосах, когда потребление было самым высоким и уменьшалось, когда потребление было самым низким. Концентрация волос напрямую коррелировала с уровнем симптомов.

Источники ртути можно разделить на два типа генезиса: техногенный и природный. К природным источникам относятся процессы выветривания горных пород, а также земная и подводная вулканическая деятельность [34].

Главными источниками антропогенного ртутного загрязнения являются: стационарные установки, сжигающие топливо, особенно угольные ТЭС (65% совокупных антропогенных выбросов ртути), золотодобыча, при которой ртуть используется для отделения металла от породы (11%), выплавка цветных металлов (6,8%), производство цемента (6,4%), мусоросжигательные установки. Немалый вклад вносит стоматология – из 340 тонн ртути, ежегодно используемых для производства пломб и других продуктов, до 100 тонн, по оценкам, попадает в сточные воды [39].

В сельскохозяйственных районах равнинного Крыма отсутствуют природные источники ртутного загрязнения, но его причиной может быть использование ртутьсодержащих фунгицидов. Для Керченского полуострова основным природным источником поступления ртути в биосферу являются грязевые вулканы, во всех продуктах деятельности которых обнаружены повышенные содержания ртути [50].

В основе токсического действия ртути на живые организмы лежит высокая способность металла вступать в химическую связь с сульфидгидрильными SH-группами белковых молекул, блокируя биологически активные центры и вызывая широкий спектр патологических

изменений, таких как, нарушение сенсорных и двигательных функций центральной нервной системы [49, 50]. Ртуть и ее соединения способны вызывать первичные биохимические повреждения за счет подавления критических ферментов. Следовательно, ртуть является сильным, но не специфическим ферментным и белковым ядом [31, 44].

Несмотря на высокую токсичность, ртуть является жизненно необходимым микроэлементом для живых организмов. Ее малые концентрации стимулируют фагоцитарную активность лейкоцитов и интенсивность обмена веществ, а также некоторые физиологические процессы, что подтверждает важность изучения содержания концентрации ртути в человеческих волосах [46, 50].

Ввиду всех перечисленных факторов элементный состав волос человека может быть различен в разных странах и регионах. Этот факт порождает большой разброс данных по фоновым концентрациям элементов в волосах [14–18].

ГЛАВА 3 МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В основу диссертационной работы положены результаты исследований, выполненные совместно с научным сотрудником Таврической академии КФУ им. В. И. Вернадского, Богдановой А.М., которой в 2016 году были обследованы 78 практически здоровых студента Медицинской академии. В контингент обследованных были выбраны 32 студента, являющиеся коренными жителями г. Симферополь (18 девушек и 14 юношей; средний возраст $18,3 \pm 0,8$ лет).

3.1. Методика отбора и первичной подготовки проб

Отбор волос проводился согласно рекомендациям А.А. Кист и Л.И. Жук [53], путем состригания с прикорневой части (2–3 мм) с 3–5 мест на затылочной области головы, ближе к шее, в количестве не менее 5 г. Карта-схема отбора проб представлена на рисунке 3.1.

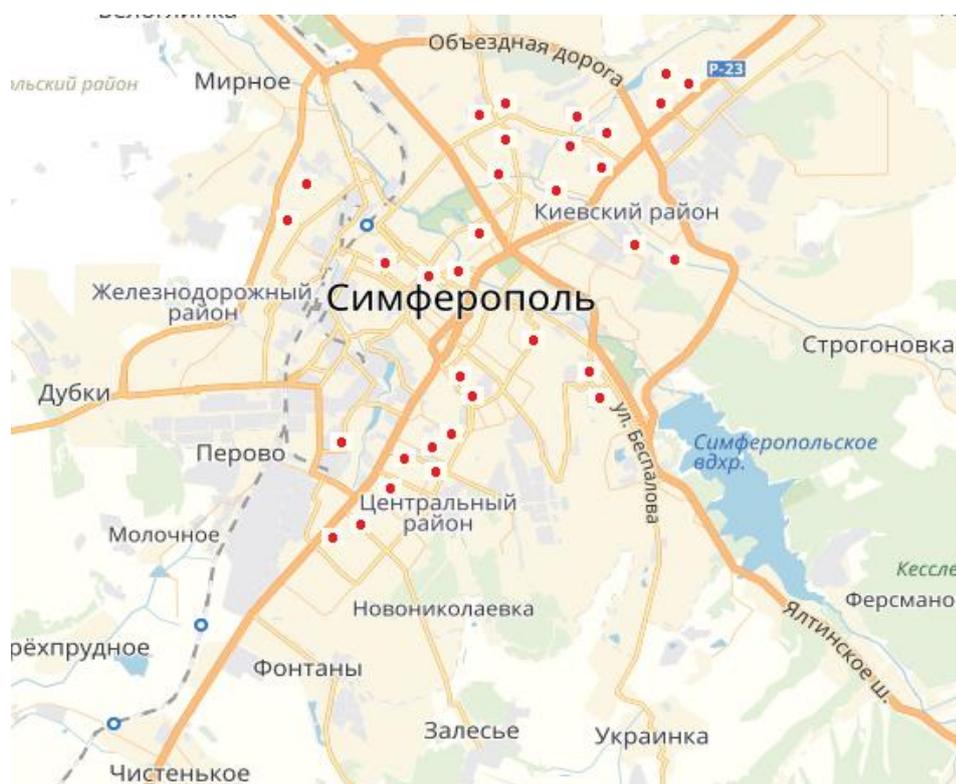


Рисунок 3.1 Карта-схема мест отбора проб волос жителей г. Симферополь

Волосы срезались ножницами из нержавеющей стали близко к корню с 3–5 точек головы. Затем пробы помещали в полиэтиленовые пакеты и доставляли в лабораторию. При отборе фиксировался возраст, пол, полное имя, адрес проживания и место рождения, а также наличие патологий и хронических заболеваний. В выборку включались люди, не имеющие отклонений по медицинским показателям, коренные жители.

Пробоподготовка проводилась в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета.

Для дальнейшего определения содержания химических элементов в составе волос инструментальным нейтронно-активационным методом пробы измельчались ножницами на сегменты 0,3–0,5 см, взвешивались по 100 мг, упаковывались в пакеты из фольги и отправлялись в лабораторию.

Пробоподготовка к атомно-абсорбционному методу определения ртути также заключалась в измельчении образцов волос для удобства их

дальнейшего использования. Масса пробы для данного анализа должна составлять от 25 мг, если известно, что концентрации ртути малы, то может возникнуть необходимость взять навеску больше 30 мг.

Изучение микровключений минеральных частиц в составе волоса с помощью электронной микроскопии проводилось на сегменте длиной около 1,5 см. Образец фиксировался на проводящий двусторонний углеродный скотч на подставке для образцов (рис. 3.2).

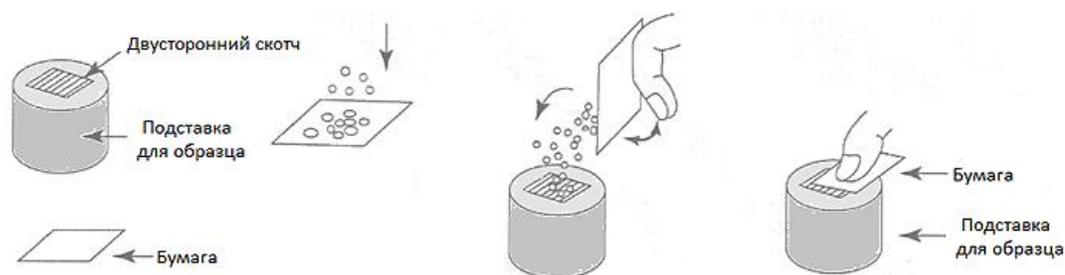


Рисунок 3.2 Схема крепления образцов перед проведением анализа на электронном микроскопе

3.2. Определение химических элементов в составе волос с помощью ИНАА

Для количественного анализа волос на содержание в них Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U использовался современный высокочувствительный ядерно-физический метод нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик – с.н.с. Судыко А.Ф.).

Облучение нейтронами образцов биообъектов проведено в активной зоне 6-мегаваттного ядерного реактора Томского политехнического

университета потоком тепловых нейтронов $2,8 \cdot 10^{13}$ нейтронов/см⁻²/с⁻¹ в течении 5 ч. Методика ИНАА хорошо отработана и утверждена Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) при ВИМСе и используется лабораторией в течение многих лет [40].

ИНАА обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. В данном методе отсутствует химическая подготовка пробы, что исключает погрешности за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами. Так как аналитический сигнал снимается с ядер химических элементов, то физическое и химическое состояние пробы не влияет на результат анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и нейтронно-поглощающими элементами. Пределы обнаружения различных микроэлементов в углистых породах на ИНАА приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Нижние пределы определения содержания элементов методом ИНАА в природных средах (почва, твердый осадок снега, биота и др. [36])

Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг
Na		Ba	
Ca		La	
Sc		Ce	
Cr		Sm	
Fe	10	Eu	
Co	0	Tb	
Ni		Yb	
Zn		Lu	
Rb		Hf	
As		Ta	
Sr		Au	
Ag		Th	
Cs		U	
Sb		Br	

Преимущество ИНАА – отсутствие сложной пробоподготовки образцов перед измерениями, что обеспечивает чистоту измерений. Данный анализ обеспечивает возможность анализа малых навесок (100–400 мг) в зависимости от характера материала, в частности для анализа образцов волос достаточно 100 мг; обеспечивает количественные определения многих элементов из одной навески; практически исключает зависимость результатов определений от химических свойств элементов [17]. К недостаткам можно отнести необходимость наличия помещений для «остывания» облученных проб и для выполнения радиохимических и измерительных операций.

3.3. Атомно-абсорбционный метод

Содержание ртути в пробах волос жителей г. Симферополя определялось методом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915» с использованием пакета программ RA915P. Измерения проводились на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ под руководством к.х.н., доцента Н.А. Осиповой и к.г.м.н., ассистента Е.А. Филимоненко. В качестве стандарта использовали ГСО ЛБ-1 «Листья березы», содержание ртути 37 мг/г. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений ($n=2$) и при массе навески свыше 25 мг составляют 12%. Предел обнаружения ртути составляет 2 мкг/кг.

3.4. Электронная микроскопия с использованием сканирующего микроскопа Hitachi S-3400N

Состав минеральных включений в пробах человеческих волос изучался в Учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета с применением растрового электронного микроскопа (РЭМ). Электронно-микроскопические исследования проводились на электронном микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа.

Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N – это аналитический прибор, способный демонстрировать высокое разрешение в широком диапазоне ускоряющих напряжений и давлений остаточного вакуума в камере (режим VP-SEM). Микроскоп оснащен термоэмиссионным вольфрамовым катодом. Данный электронный микроскоп позволяет исследовать образцы диаметром до 200 мм, его разрешение составляет 3 нм (глубокий вакуум) и 4 нм (при 270 Па), возможность перемещения

моторизованного столика образца по 5 осям, допустимый наклон образца от -20 до +90 градусов, возможное исследование образца до 80 мм высотой.

В растровом (сканирующем) электронном микроскопе проводится регистрация сигналов от поверхности образца. В основе РЭМ лежит сканирование поверхности образца электронным зондом и детектирование (распознавание) возникающего при этом широкого спектра излучений. Сигналами для получения изображения в РЭМ служат вторичные, отраженные и поглощённые электроны.

Принцип действия РЭМ основан на использовании некоторых эффектов, возникающих при облучении поверхности объектов тонко сфокусированным пучком электронов – зондом. В результате взаимодействия электронов с образцом (веществом) генерируются различные сигналы.

Основные преимущества РЭМ: широкий спектр анализируемых твердых тел: от металлов и полупроводников, до диэлектриков, порошкообразных и биологических объектов; простота пробоподготовки для анализа; неразрушающая методика (в общем случае не происходит нарушение структуры поверхности твердого тела); малый отрезок времени ожидания, необходимый от момента загрузки образца в камеру до извлечения изображения.

Для исследования пробы потребовалась следующая пробоподготовка: вырезается небольшой (наиболее ровный) участок листа и наносится на одну сторону двухстороннего скотча, далее скотч клеится на специальную пластину

3.5. Статистическая обработка данных

Обработка аналитических данных проводилась с использованием прикладных программ «Excel» и «Statistica 6.0».

При статистической обработке данных определялись: среднее значение, медиана, мода, стандартное отклонение, минимальные и максимальные значения, коэффициент вариации. Числовые характеристики содержаний

микроэлементов в волосах жителей г. Симферополь приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 Статистические характеристики содержаний микроэлементов в волосах жителей г. Симферополь

Элемент	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.
Na	521,85	310,20	Multiple	10,00	1902,59	523,26	100,27
Ca	1108,35	776,59	Multiple	200,56	5336,36	1100,06	99,25
Sc	0,00	0,003	0,003	0,00024	0,01	0,003	76,96
Cr	0,70	0,30	0,3	0,04	3,72	0,88	124,96
Fe	285,93	300,00	300,00	61,09	300,00	55,49	19,41
Co	0,25	0,21	0,03	0,01	0,73	0,19	76,86
Zn	132,19	121,97	Multiple	72,51	493,06	71,37	53,99
As	0,08	0,10	0,1	0,00	0,24	0,05	66,23
Br	5,72	4,14	Multiple	0,54	22,83	5,77	100,80
Rb	0,33	0,30	0,3	0,03	1,16	0,20	60,03
Ag	0,54	0,20	0,05	0,04	7,71	1,37	251,31
Sb	0,05	0,04	0,001	0,00	0,19	0,05	110,80
Cs	0,01	0,001	0,001	0,00	0,16	0,03	260,26
Ba	2,02	2,00	2,00	0,11	5,33	1,03	50,83
La	0,04	0,02	0,02	0,00	0,34	0,06	142,64
Ce	0,15	0,10	0,1	0,00	0,58	0,14	96,55
Nd	0,13	0,09	0,09	0,05	0,77	0,14	105,42
Sm	0,00	0,003	0,003	0,00	0,01	0,00	36,58
Eu	0,00	0,002	0,0006	0,00	0,03	0,01	133,96
Tb	0,01	0,01	0,005	0,00	0,04	0,01	96,14
Yb	0,01	0,01	0,005	0,00	0,08	0,01	206,54
Lu	0,00	0,001	0,001	0,00	0,02	0,00	139,64
Hf	0,02	0,01	0,005	0,00	0,10	0,03	122,84
Ta	0,01	0,01	0,008	0,00	0,04	0,01	82,34
Au	0,05	0,02	Multiple	0,00	0,56	0,11	211,43
Hg	0,23	0,16	Multiple	0,02	0,95	0,25	104,85
Th	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,004	37,00
U	0,06	0,04	0,02	0,00	0,41	0,07	126,43

Примечание: данные ИНАА, содержание в мг/кг

Каждый параметр отвечает за определенную характеристику исследуемой совокупности. Среднее арифметического значение характеризует собой центр распределения, вокруг которого группируется основная масса данных, при этом он не может дать объективную характеристику всего исследуемого ряда.

Медиана и мода являются значительно важными статистическими параметрами и характеризуются приближенной оценкой среднего значения. Медиана является значением, которое делит исследуемый ряд на две равные по численности части. Мода – это то значение, которому соответствует наибольшая частота. Мульти-modalность указывает на то, что набор данных не подчиняется нормальному распределению.

Так как мы имеем дело с биогеохимическими исследованиями, широко применяется коэффициент вариации, рассчитываемый на основе среднего и среднего квадратичного:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

Коэффициент вариации характеризует относительную меру отклонения измеренных значений от среднеарифметического. Данный показатель позволяет классифицировать исследуемые геохимические поля по степени их изменчивости (таблица 3.5.2).

Таблица 3.5.2 Классификация степени изменчивости геохимического поля по значению коэффициента вариации

Группа	Характер геополя	Коэффициент вариации, %
1	Однородные	<39
2	Неоднородные	40-79
3	Весьма неоднородные	80-159
4	Крайне неоднородные	>160

Результаты анализа однородности геохимических полей в соответствии с коэффициентом вариации изучаемых элементов представлены в таблицах 3.5.3.

Таблица 3.5.3 Результаты распределения химических элементов по группам в соответствии с их коэффициентом вариации

Группа	Характер геополя	Название элементов
1	Однородные	Sm, Th
2	Неоднородные	Sc, Co, Zn, As, Rb, Ba
3	Весьма неоднородные	U, Hg, Na, Ca, Cr, Br, Tb, Ta, Sb, Lu, Th, Hf, Nd, Ce, Sc, , Na, Eu, La
4	Крайне неоднородные	Au, Cs, Ag

Согласно расчетным данным таблиц 3.5.1 – 3.5.3, в пробах волос жителей г. Симферополь преобладают неоднородный и весьма неоднородный характер геохимического поля. Два элемента характеризуют однородный характер геохимического поля – Sm, Th. Крайне неоднородным геохимическим полем характеризуются такие элементы, как Au, Cs, Ag.

Оценка согласования наших эмпирические данных с гипотетическим предположением относительно теоретической функции распределения осуществлялись с использованием 3 критериев:

1. Критерий Колмогорова-Смирнова:

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{X_i \leq x},$$

где $I_{X_i \leq x}$ указывает попало ли наблюдение X_i в область $(-\infty, x]$:

$$I_{X_i \leq x} = \begin{cases} 1, & X_i \leq x \\ 0, & X_i > x \end{cases}$$

2. Критерий Хи-квадрат Пирсона

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(h_i - h_{ti})^2}{h_{ti}}, \text{ где}$$

h_i - абсолютная частота попавших в него значений,

h_{ti} - теоретической частотой

Оба критерия оценивались по следующему уровню значимости:

не значимые ($p \geq 0,100$), слабо значимые ($0,100 > p \geq 0,050$), статистически значимые ($0,050 > p \geq 0,005$), сильно значимые ($0,005 > p \geq 0,0005$), высоко значимые ($0,0005 > p$).

3. *Критерий для выборок меньшего объема:*

$$t_1 = \frac{A}{\sigma_A}, \sigma_A \cong \sqrt{\frac{\sigma}{n}}, \text{ где}$$

A – асимметрия, σ_A – стандартная ошибка асимметрии

$$t_2 = \frac{E}{\sigma_E}, \sigma_E \cong \sqrt{\frac{\sigma}{n}}, \text{ где}$$

E – эксцесс, σ_E – стандартная ошибка эксцесса

Если сумма этих отношения по абсолютной величине превышают 3, то параметрической распределение исследуемых эмпирических данных отвергается.

В программе STATISTICA выполнялась проверка гипотезы о законе распределения содержания каждого исследуемого химического элемента в почве двух исследуемых населенных пунктов по критериям Колмогорова-Смирнова и Хи-квадрат. В Microsoft Excel выполнялся расчет 3го критерия.

По результатам трех рассчитанных критерий распределение содержания всех исследуемых элементов в двух выборках статистически значимо отличается от нормального.

Статистическое сравнение двух выборок между собой проводилось с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни [19].

Непараметрический U-критерий Манна-Уитни вычисляется, как сумма индикаторов попарного сравнения элементов первой выборки с элементами второй выборки. Основным интерес представляет уровень значимости (p-level.) различий содержаний элементов с двух исследуемых территорий [31].

Согласно результатом расчета непараметрического U-критерия Манна-Уитни средние содержания микроэлементов Na, Ca, Co, Br, Sb, Hf и Hg содержащиеся в двух различных биологических объектов, отобранных с одной территории, различаются высоко значимо ($0,5 < p$).

Для оценки уровня значимости корреляционной связи между элементами, с помощью табличных данных были выделены критические значения коэффициента корреляции. Значение коэффициента корреляции составило 0,8. Результаты данного анализа возможно интерпретировать графически, это так называемые граф-ассоциации химических элементов, что позволяет более наглядно оценить степень корреляционных связей между исследуемыми компонентами, а также позволяет выделить группы более схожих по признакам элементы [19].

С применением кластерного анализа были построены дендрограммы корреляционной матрицы. Данный анализ применялся с целью разбиения множества химических элементов для объекта исследования на группы, которые объединяются по принципу наивысшего значения меры сходства (парных коэффициентов корреляции Пирсона r).

Для проведения данного анализа предварительно была проведена стандартизация (Z) всей выборки по формуле:

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

Стандартизация – это расчет нескольких сравниваемых совокупностей в целях исключения влияния структур на величину изучаемого показателя и приведения данных к сопоставимому виду. Данная процедура позволяет нам сравнить полученные показатели с таковыми в генеральной совокупности.

Методом объединения послужил метод Варда. Этот метод отличается от всех других методов, поскольку он использует методы дисперсионного анализа для оценки расстояний между кластерами [30].

В качестве меры близости микроэлементов выбран $1-r$ Пирсона

Графический результат кластерного анализа для спектра химических элементов представлен в виде вертикальной дендрограммы, в которой по оси абсцисс располагаются символические обозначения химических элементов, а по оси ординат значение $1-r$, соответствующее каждому иерархическому

уровню группирования. При кластерном анализе осуществляется непосредственная корреляция между изучаемыми химическими элементами, позволяющая устанавливать ассоциации элементов и характер накопления

ГЛАВА 4 ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ Г. СИМФЕРОПОЛЬ

4.1. Региональные особенности элементного состава жителей г. Симферополь

Необходимость региональных исследований подтверждается тем обстоятельством, что по мере накопления научных данных пересматриваются нормативы для поллютантов.

В частности, ранее безопасным уровнем ртути в волосах считали 30–40 мкг/г. Однако в последнее время условной нормой содержания ртути в волосах считают содержание от 0 до 2 мкг/г, но и при таких низких концентрациях наблюдаются значимые физиологические эффекты. Определение их характера на фоне природных и техногенных особенностей регионов позволит предложить региональные экологические нормативы, наилучшим образом отражающие реальное антропогенное воздействие на организм человека [36].

Таблица 4.1 Оценочные уровни накопления химических элементов
в волосах человека (мг/кг сухого вещества)

Элемент	Симферополь (N=31)	Томская область (N=538) [37]	Челябинская область (n=44) [38]	Иркутская область (n=36) [40]	Павлодарская область, Казахстан (n=120) [45]	Обобщенная сводка по миру [54]
Na	521 ± 18	602 ± 26	603 ± 64	547 ± 84	223 ± 17	0,04-3500
Ca	1108 ± 59	2446 ± 103	2339 ± 209	2031 ± 253	1403 ± 90	7-10887
Sc	0,004 ± 0,001	0,05 ± 0,004	0,007 ± 0,001	0,008 ± 0,002	0,007 ± 0,0004	н.д.
Cr	0,70 ± 0,003	4,6 ± 0,38	0,49 ± 0,2	3,83 ± 1,1	0,5 ± 0,07	0,026-65,3
Fe	285 ± 62	507 ± 48,3	42 ± 8	182 ± 71	45 ± 3,7	3-2400
Co	0,26 ± 0,013	0,25 ± 0,015	0,03 ± 0,004	0,004 ± 0,002	0,07 ± 0,01	0,005-0,46
Zn	132 ± 2,8	182 ± 3,5	403 ± 49	227 ± 10	207 ± 8	<1-1770
As	0,08 ± 0,009	2 ± 0,007	н.а.	< 2	< 0,8	0,001-26
Br	5,72 ± 0,13	12,5 ± 1,8	2,7 ± 0,2	9,6 ± 1,4	6,5 ± 0,6	0,0045-880
Rb	0,34 ± 0,002	2,3 ± 0,12	н.а.	1,1 ± 0,08	<3	0,012-5,3
Ag	0,54 ± 0,001	0,4 ± 0,6	н.а.	0,21 ± 0,05	0,3 ± 0,03	0,005-9
Sb	0,01 ± 0,007	0,1 ± 0,008	0,11 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,007-38
Cs	0,11 ± 0,08	0,035 ± 0,002	н.а.	< 0,03	<0,05	н.д.
Ba	2,02 ± 0,6	11,2 ± 0,32	н.а.	0,001 ± 0,0001	<10	н.д.
La	0,15 ± 0,001	0,27 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,05 ± 0,006	н.д.
Ce	0,13 ± 0,004	0,4 ± 0,03	0,11 ± 0,006	0,12 ± 0,02	<0,08	н.д.
Sm	0,003 ± 0,006	0,1 ± 0,007	0,08 ± 0,005	0,007 ± 0,003	0,02 ± 0,003	н.д.
Eu	0,005 ± 0,004	0,004 ± 0,0004	н.а.	< 0,002	< 0,03	н.д.
Tb	0,01 ± 0,003	0,007 ± 0,0001	н.а.	< 0,007	0,01 ± 0,0003	н.д.
Yb	0,01 ± 0,003	0,027 ± 0,009	н.а.	< 0,01	0,03 ± 0,0005	н.д.
Lu	0,006 ± 0,0005	0,005 ± 0,0005	0,011 ± 0,0005	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0001	н.д.
Hf	0,02 ± 0,003	0,05 ± 0,004	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,006	0,02 ± 0,002	н.д.
Ta	0,01 ± 0,07	0,01 ± 0,0004	н.а.	< 0,01	< 0,03	н.д.

Au	0,05 ±0,002	0,06 ± 0,01	0,02 ± 0,003	0,03 ± 0,01	0,11 ± 0,03	н.д.
Hg	0,23 ±0,11	3,4 ± 0,4	0,37 ± 0,07	2,5 ± 0,7	0,4 ± 0,04	0,03-195
Th	0,01 ±0,007	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,016 ± 0,003	0,02 ± 0,001	н.д.
U	0,06 ±0,004	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,25 ± 0,03	0,33 ± 0,07	0,0001-2,3

Примечание: N – количество проб; н.а. – не анализировался; н.д. – нет данных

Исходя из таблицы 4.1, можно сделать вывод, что для волос жителей города Симферополя характерно пониженное содержание Са, более чем в два раза в сравнении с Томской, Челябинской и Иркутской областями. Также можем наблюдать низкие концентрации Zn и Rb.

Содержание Fe в волосах жителей Симферополя многократно превышает содержание данного элемента в волосах жителей Челябинской, Иркутской и Павлодарской областей.

4.3. Оценка уровней содержания ртути в волосах жителей г. Симферополь

Ртуть и ее соединения являются веществами первого класса опасности и их содержание строго лимитируется во всех компонентах окружающей среды, питьевой воде, воздухе рабочей зоны и продуктах питания.

Санитарно-гигиенические нормативы, утвержденные в России, приведены в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1. Санитарно-гигиенические нормативы для ртути и ее соединений, утвержденные в России [23]

Атмосферный воздух, ПДКсс, мг/м ³	Воздух рабочей зоны, мг/м ³		Вода, мг/л		Почва, ПДКп, мг/кг	Рыбы, мг/кг
	ПДКмп.рз	ПДКсс.рз	ПДКп	ПДКн.р		
0,0003	0,01	0,005	0,005	0,0001	2,1	0,3-1,0

По данным ВОЗ, норма содержания ртути в волосах здорового человека составляет от 0 до 2,0 мкг/г [27].

Сравнение содержания ртути в волосах жителей различных регионов России приведено в таблице 4.2.2.

Таблица 4.3.2 Сравнение среднего содержания ртути в волосах жителей г. Симферополь и других городов России

Симферополь	Томск [34]	Казань [36]	Магадан [35]	Череповец[35]
0,28 мкг/г	3,4 мкг/г	0,22 мкг/г	0,40 мкг/г	0,19 мкг/г

Сравнительный анализ содержания ртути в волосах учащихся города Симферополя показал соответствие принятой в настоящее время условной норме. Однако, принимая во внимание то обстоятельство, что в проведенных ранее исследованиях влияния ртути на организм жителей Крымского полуострова было установлено, что и при таких низких концентрациях наблюдаются значимые физиологические эффекты, поэтому необходимы дальнейшие биомониторинговые исследования по определению содержания данного элемента в биосубстратах населения Республики Крым и оценке возможных индуцированных ртутью эффектов в отношении функционального состояния развивающегося организма [41, 42].

Анализируя полученные данные по содержанию ртути в пробах волос симферопольцев, были выявлены четыре пробы с повышенным содержанием данного элемента (таблица 4.3.3).

Таблица 4.3.3 Содержание ртути в пробах волос симферопольцев

№ Пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Содержание ртути, мг/г	0,18	0,21	0,57	0,05	0,02	0,21	0,06	0,17	0,11	0,17	0,14	0,24	0,61
№ Пробы	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Содержание ртути, мг/г	0,03	0,21	0,28	0,10	0,11	0,88	0,09	0,06	0,07	0,04	0,72	0,95	0,18
№ Пробы	27	28	29	30	31	32							
Содержание ртути, мг/г	0,11	0,06	0,42	0,23	0,14	0,09							

ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС ЖИТЕЛЕЙ Г.СИМФЕРОПОЛЯ

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, при которой организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников или акционеров [70].

Целью данной работы является оценка уровней накопления химических элементов в волосах студентов Медицинской академии им. С.И. Георгиевского г Симферополь и выявление специфики в их распределении в зависимости от природно-техногенных факторов г. Симферополь.

В данном разделе рассматриваются условия труда учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа. Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 18 м². Длина помещения 6 м, ширина 3 м. В данной лаборатории использовался анализатор ртути РА 915+ с приставкой Пиро-915+ для определения валового содержания ртути в человеческих волосах. Комплект анализатора ртути: анализатор РА-915+, приставка РП-92; дозатор 1-5 мл; весы лабораторные; программное обеспечение. В аудитории имеется 3 персональных компьютера. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. Результаты заносились в базу данных. Затем они обрабатывались в электронных таблицах «Microsoft Excel».

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

5.1. Профессиональная социальная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 5.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-1 [71].

Таблица 5.1 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных и лабораторных работах

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные Документы
	Вредные	Опасные	
1. Определение содержания ртути в растительных пробах сложного состава на ртутном анализаторе РА+; 2. Обработка информации на ПК (построение графиков, диаграмм; обработка базы данных);	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 3. Монотонный режим работы	1.Электрический ток	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [114]; СНиП 2.2.4.548-96 [117]; ГОСТ 12.1.00491.ССБТ [116];

5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

В помещении, где находится рабочее место, есть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется с помощью световых проемов. Естественное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или (е) естественного освещения. Коэффициент естественной освещенности равен:

$$KEO=(E/E_n)*100\%,$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк;

E_n – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%.

Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, также вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

2. Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [72].

Оптимальные микроклиматические условия, при воздействии на человека в течение рабочей смены, обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья [114]. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 5.1.1 [42].

Таблица 5.1.1 Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПК

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С0		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптималь	Фактич.	Оптималь	Фактич.	Оптималь
Холодный	легкая	23	22-24	45	40-60	0,1	0,1
Теплый	легкая	25	23-2	45	40-60	0,1	0,1

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Электрический ток

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ПК, а также ртутный анализатор РА-915+, все это является потенциальной опасностью для человека, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, которые находятся под напряжением.

Специфической опасностью электроустановок являются токоведущие проводники оборудования, которые оказались под напряжением в результате повреждения изоляции, не подающих каких-либо сигналов, предупреждающие человека об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека.

Электрический ток – это скрытый тип опасности. Затруднительно определение в частях оборудования электрического тока. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, превышающий 0,05А, ток менее 0,05А является безопасным (до 1000В). Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работы, заключающаяся в соблюдении правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, и правил устройства электроустановок.

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности. Однако, возможность поражения электрическим током, все-таки, существует, т.к. ПК работает от источника тока. Для того чтобы исключить опасность поражения электрическим током, необходимо соблюдать правила электрической безопасности:

1) Перед включением компьютера в сеть необходимо визуально проверить электропроводку на отсутствие видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера;

2) При появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети ПК и устранить неисправность;

3) Запрещается при включенной ПК одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление. Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции. Для защиты от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции, должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении [73]:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;

- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Поэтому, к работе на ПК допускаются лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте. Каждый работник должен знать правила первой медицинской помощи при поражении электрическим током, для того, чтобы быть готовым оказать помощь другим работникам. Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 5.1.2 [44].

Таблица 5.1.2 Предельно допустимые значения напряжений и токов

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

5.2. Экологическая безопасность

При анализе проб атомно-абсорбционным методом, волосы не приобретают опасных свойств, и не оказывают влияния ни на одну из биосферных оболочек. Отсюда следует, что изучение проб волос не наносит вреда окружающей среде.

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС – пожар в здании. Здание, в котором располагается рабочая аудитория, по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов.

Пожароопасность, главным образом, представлена оголенными токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием проводки, перегрузки электросети, статическим электричеством. Возможными причинами возникновения пожара могут быть: неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем (использование обогревателей), неисправность вентиляционных систем, неосторожное обращение с огнем персонала и т.д.

Способ тушения пожара зависит от причины, которая обуславливает его возникновение и от характера горящего объекта. Если в лаборатории возник пожар и есть угроза его распространения, необходимо использовать имеющиеся под руками средства тушения, при этом, необходимо вызвать местную пожарную охрану. Если загорелись деревянные предметы, пожар можно тушить водой, песком, а также с помощью огнетушителя. Если горит нерастворимое в воде вещество (например, бензин, скипидар и др.), то нельзя применять для тушения воду, так как она может усилить пожар. Нерастворимые в воде органические вещества следует тушить песком (можно накрыть асбестом или кошмой). Если горящее вещество растворимо в воде (например, спирт или ацетон), его можно гасить водой. Во всех случаях весьма пригодным средством

Огнетушители предназначены для тушения возгораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ огнетушители можно подразделить на: химические пенные, углекислотные, аэрозольные, порошковые, воздушно-пенные, а также жидкостные. В настоящее время для производственных помещений предприятия основными

являются углекислотные огнетушители. Тушение происходит вследствие изоляции горящего предмета от кислорода и сильного охлаждения зоны горения. Первичными средствами пожаротушения являются ручные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-3. Эти огнетушители предназначены для тушения различных веществ, а также электроустановок под напряжением до 10 Кв.

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся в соответствии с планом проведения этапов исследовательской работы, с учетом требований и стандартов к организации рабочего места.

ГЛАВА 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Техничко-экономическое обоснование объема работ

Техничко-экономическое обоснование научно-исследовательской работы проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

Целью данной работы является оценка уровней накопления химических элементов в волосах студентов Медицинской академии им. С.И. Георгиевского г.Симферополь и выявление специфики в их распределении в зависимости от природно-техногенных факторов республики Крым.

Изучение валового содержания ртути в волосах выполнено в аналитической лаборатории Томского политехнического университета. Использовалась атомно-абсорбционная спектрометрия с методом «холодного пара» на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

На основании технического плана рассчитаны затраты времени и труда на стадии лабораторных работ. Все проведенные виды работ представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Вид работ	Определение	Метод	Объем		Характеристика
				ед. изм.	кол-во	
1	Лабораторные исследования	Химические элементы		проба	32	Ртуть
2	Камеральная обработка материалов	Атомно-абсорбционный	ПЭВМ			Обработка материалов

1. Лабораторные работы

Данный этап работ включает подготовку проб к дальнейшему аналитическому изучению, который подразумевает следующие этапы: промывка пробы дистиллированной водой, очистка от пыли, высушивание и измельчение

Далее пробы анализируются на атомно-абсорбционной спектрометрии, каждая анализируемая навеска пробы составляет 30 мг.

2. Камеральная обработка материалов

Камеральная обработка материалов включает в себя: сбор информации об изучаемой территории; изучение результатов анализов проб и их систематизации; анализ характера распределения микроэлемента; расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц.

6.2. Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в СН-92 выпуск 7А «Лабораторные исследования при геолого-экологических работах» [85]. Из справочника взяты следующие данные: - норма времени, выраженная на единицу продукции; - коэффициент к норме. Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K,$$

где: N-затраты времени, (бригада, смена на м.(ф.н.);

Q-объем работ, (м.(ф.н.);

H_{BP} - норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена); K- Коэффициент за ненормализованные условия; Затраты времени приведены в таблице 6.2.1.

Расценки, определяемые по материалам настоящего Сборника ССН, применяются только для центральных лабораторий. Так как данные анализы определяются не в аккредитованной лаборатории, полученные расценки используются с применением коэффициента 0,72 [46].

Таблица 6.2.1 Расчет затрат времени и труда

Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (Нвр)	Коэф-ты(К)	Документ	Итого времени на объем (N)
	Ед. изм	Кол-во (Q)				
Определение валового содержания ртути в растительных пробах беспламенный атомно-абсорбционным методом	проба	32	0.26 в бригад. Ч. на 1 опред.	0,72	ССН, вып. 7А, табл.1, стр.4	34,26
Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	проба	32	41,4 на 1000 проб	-	ССН, вып. 2, табл. 60, стр. 3	7,58
Итого						41,84

Во время изучения элементного состава исследуемых проб были задействованы один инженер-лаборант 1 категории и один лаборант химического анализа 4-го разряда. Инженер-лаборант занимался обработкой полученных результатов. Все основные анализы проводил лаборант химического анализа. Расчет затрат времени труда для каждого рабочего представлен в таблице 6.2.2.

Таблица 6.2.2 Расчет затрат времени труда каждого рабочего

№	Виды работ	Т	Инженер-лаборант 1 категории	Лаборант химического анализа 4-го разряда
			чел/смен	чел/смен
1	Определение валового содержания ртути в растительных пробах беспламенный атомно-абсорбционным методом	34,26	0,1	34,26
2	Камеральная обработка материалов	7,58	7,58	0,1
Итого:		41,84	7,68	34,36

6.3. Перечень и нормы расхода материалов

Нормы расхода материалов для лабораторных и камеральных работ определялись согласно ССН, выпуск 2, а также инструкциям и методическим рекомендациям (таблица 6.3.1).

Таблица 6.3.1 Перечень и нормы расхода лабораторных материалов

Наименование	Единица измерения	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Бланки для выписывания результатов анализа	шт.	6	30	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 2	180
Вата медицинская гигроскопическая	кг.	30	1	ССН, вып. 2, табл. 142, Стр. 141	30
Ручка шариковая	шт.	20	2	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 21	40
Пинцет пластмассовый	шт.	110	2	ССН, вып. 2, табл. 142, стр. 141	220
Итого:					470

6.4. Общая стоимость лабораторных анализов

В таблице 6.4.1 приведены расценки на проведенные лабораторные испытания и подсчитана общая стоимость всех проведенных методов.

Таблица 6.4.1 Стоимость проведенных лабораторных анализов

№ п/п	Вид работ	Определение	Метод	Объем		Стоимость ед.работ, руб	Стоимость работ, руб
				ед.изм.	кол-во		
1	Лабораторные исследования	ртуть	Атомно-абсорбционный	проба	32	800	25600
Итого							25600

6.5. Общий расчет сметной стоимости

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 7,9% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3%. Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 6.5.1.

Таблица 6.5.1 Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы

Наименование расходов		Единицы измерения	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
Инженер-лаборант 1 категории	1	Чел/см	7,70	423	1,022	3329
Лаборант химического анализа 4-го разряда	1	Чел/см	34,40	300	1,022	10547
И Т О Г О:	2		42,10			13876
Дополнительная зарплата	7,9%					1096
И Т О Г О:						14972
И Т О Г О: с р.к.=	1,3					19464
Страховые взносы	30%					5839
И Т О Г О:						25303
Материалы, К _{ТЗР} =1,0	5%					749
Амортизация	0,5	Смена	42,10	66,22		70
И Т О Г О основных расходов						25677,36

Заключение

В ходе написания выпускной магистерской диссертации была проведена оценка уровней накопления химических элементов в волосах жителей г. Симферополя и выявлена специфика в их распределении в зависимости от природно-техногенных факторов.

Были выявлены элементные отличия в составе волос девушек и юношей. Для девушек характерны соединения легких и средних редкоземельные элементов, такие как La, Cs, Eu, Sm. Для юношей, в свою очередь, характерны соединения средних и тяжелых редкоземельных элементов, таких как Nd, Lu, Tb.

На характер содержания элементов оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы. К природным факторам относятся котловинообразный характер рельефа,

К числу антропогенных загрязнителей относятся предприятия тяжелой промышленности города и автотранспорт.

В работе был проведен анализ ртути атомно-абсорбционным методом, с помощью которого было выявлено, что в целом среднее содержание не превышает допустимые нормы ВОЗ, однако в некоторых пробах было выявлено превышение данного показателя.

Полученные результаты могут служить сравнительным материалом для работ по мониторингу состояния окружающей среды и определения степени воздействия токсичных элементов на население, проживающее в различных геохимических районах и экологических условиях, а также могут быть использованы для разработки региональных нормативов содержания элементов в волосах населения.

Список используемой литературы

1. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Appendix II. Technical reports series. – № 197. – Vienna: IAEA, 1980. – P. 351–367.
2. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. – Москва, 1990. – 335 с.
3. Драган Н. А. Почвы Крыма. Учебное пособие: Симферопольский университет, 1983. – 84 с.
4. Олиферов А.Н. Реки и озера Крыма. Симферополь: СГУ, 1963. – 40 с.
5. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. – Симферополь: СГУ, 1963. – 40 с.
6. Миллер Г.П. Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий. Львов: Наукова думка, 1974. – 201 с.
7. Агроклиматический справочник по Крымской области. –Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 120с.
8. Экология Крыма / под редакцией Багрова Н.В., Бокова В.А. – Симферополь: Крымучпедгиз, 2003. – 358 с.
9. Благоволина Н.С. Некоторые вопросы истории развития рельефа горного Крыма. – М.: Наука, 1966. – С. 59–66.
10. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977. – 140 с.
11. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма. – Ялта, 1977. – 140 с.
12. Важов В.И. Целебный климат. – Симферополь: Таврия, 1983. – 96 с.
13. Ведь И.П. Характеристики основных метеоэлементов Крыма. Симферополь: СГУ, 1983. – 83с.
14. Ведь И.П. Климатический атлас Крыма. – Симферополь: Крымучпедгиз 2003. – 100 с.

15. Гришанков Г.Е., Позаченюк Е.А., Бабенко Т.В. Локальные антропогенные очаги загрязнения как основа глобального экологического кризиса. Симферополь: Таврия, 1990. – 234 с.
16. Позаченюк Е.А. Экология и градостроительство. - Симферополь: Доля, 2003. – 272 с.
17. Позаченюк Е. А., Соцкова Л.М., Панин А.Г. Предгорная лесостепь.// Перспективы создания единой природоохранной сети Крыма. - Симферополь: Крымучпедгиз, 2002. – С. 121–131.
18. Вопросы развития Крыма: Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. Выпуск 11: Биологическое и ландшафтное разнообразие Крыма: проблемы и перспективы / [Под ред. В.А.Бокова]. – Симферополь: СОНАТ, 1999. – 180 с.
19. Горгошидзе Б.Е., Харисчаришвили И.З. Вопросы медицинской элементологии и значение определения микроэлементов в биосубстратах для диагностики и профилактики заболеваний репродуктивной системы // Экспериментальная и клиническая медицина. – 2006. – №6(31). – С. 6063.
20. Грабеклис, А.Р. Изменения в элементном составе волос при производственном контакте с токсичными металлами / А.Р. Грабеклис [и др.] // Акт. пробл. трансп. медицины. – 2010. – № 4. С. 124–131.
21. Скальная, М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса: автореф. дисс. ... докт. мед. наук / М.Г. Скальная. – Москва. – 2005. – 42 с.
22. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Мир, 2004. – 216 с.
23. Скальный, А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро - и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: дисс. ... докт. мед. наук/ А.В. Скальный – М., 2000. – 352 с.

24. Трахтенберг И.М. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. / И.М. Трахтенберг, М.Н. Коршун. – Киев: Выща шк., 1990. – 232 с.
25. Казначеев С.В. Воздействие ртути и ее соединений на организм человека в экологических системах / С.В. Казначеев, В.Д. Дарянин // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах: Аналитический обзор. – Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1989. – Ч. II: Процессы биоаккумуляции и экотоксикологии. – С. 122–146.
26. Мангасарова Р.Т. К вопросу о биологической роли ртути как микроэлемента: Автореф. Дис. ...канд. мед. наук. – Ашхабад, 1974. – 19 с.
27. ВОЗ. Метилртуть. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 101. Медицина. 1993. – 124 с.
28. Моисеенко В.Г., Радомская В.И., Радомский С.М., Пискунов Ю.Г., Савинова Т.А., Леншин А.В. Интоксикация человеческого организма металлической ртутью // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2004. №3. С. 100–110 с.
29. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 - Экология. Томск, 2011. – 46 с.
30. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии: учебное пособие / Ю.Г. Шестаков. – Красноярск: Изд –во Красноярского ун –та, 1988. – 208 с.
31. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с.
32. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 368 с.

33. Москвитина Н.С. Биологическое накопление химических элементов как показатель состояния среды / Н.С. Москвитина, Е.В. Кохонов, А.Д. Строителей // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде: Доклады 2 Международной научно–практической конференции, 16–18 октября 2002 г. – Семипалатинск, 2002. – С. 422–425.
34. Евстафьева И.А. Особенности функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем в связи с содержанием тяжелых металлов в организме подростков: дис. ... канд. биол. наук. Симферополь, 2003. – 130 с.
35. Слюсаренко А.Е. Иммунологическая реактивность организма в различных условиях техногенного загрязнения среды тяжелыми металлами: дис. ... канд. биол. наук. Симферополь, 2003. – 157 с.
36. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, Ю.И. Сухих и др. – Томск, 2006. – 216 с.
37. Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Игнатова Т.Н., Наркович Д.В., Денисова О.А. Очерки геохимии человека: монография. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 378 с.
38. Максимов А.Л., Луговая Е.А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов Северо-Востока России // Экология человека, 2010. № 7. С. 30–35.
39. Дикопольская Н.Б., Салахиева Э., Святова Н.В., Ситдииков Ф.Г. Анализ содержания химических элементов в волосах девочек 16-17 лет, проживающих и обучающихся в районе г.Казани с развитой транспортной сетью // Вестник ТГГПУ, 2008. №15. С.67–72.
40. ГН 2.1.7.2041–06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 3 с.

41. ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
42. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
43. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
44. ГОСТ Р ИСО 26000 – 2012 Руководство по социальной ответственности
45. Mercury emissions global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.epa.gov/international-cooperation/mercury-emissions-global-context>
46. Pyle D. M. Mather T.A. The importance of volcanic emission for global atmospheric mercury cycle // Atmospheric Environ. 2003. V.37. P. 5115–5124.
47. Sarmani S.B., Hamaan R. B., Abdulilah M. P., Hamzah A. Determination of mercury and methylmercury in hair samples by neutron activation// Journal of Radioanalytical and Nuclear, №1, 1997 – pp. 25–27.
48. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, 1995. – Т.3. – №1–2. – С.69–111.
49. Загрязнение ртутью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenevolution.ru/2013/01/15/mirovloe-soobshhestvo-obespokoeno-rtutnym-zagryazneniem/>
50. Петросян В. С. Человек и среда его обитания - Хрестоматия. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. – Издательство "МИР"1992 – 650с.
51. International Atomic Energy Agency (IAEA) (1994): Application of hair as an indicator for trace element exposure in man. A review. NAHRES-22, IAEA, Vienna.
52. Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings / Toxicology. 1995. Vol. 101. Pp. 29–39.

53. Noguchi T., Itai T., Kawaguchi M., Nakahashi S., Tanabe S. Applicability of Human Hair as a Bioindicator for Trace Elements Exposure / In «Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry-Environmental Pollution and Ecotoxicology» / Eds. M. Kawaguchi et al. 2012. Pp. 73–77.
54. JECFA — Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) / World Health Organization (WHO) Expert Committee on Food Additives. Summary and conclusions, sixty-first meeting, Rome, 10-19, June 2003. URL: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/JECFA-PTWI.htm>.
55. Pierce P.E., Thompson J.F., Likosky W.H., Nickey L.N., Barthel W.F., Hinman A.R. Alkyl mercury poisoning in humans / JAMA. 1972. Vol. 220. Pp. 143
56. Kist A.A., Zhuk L.I. Human hair composition and the problems of global ecology. – Tashkent, USSR: Institute of Nuclear Physics of the Uzbek Academy of Sciences, 1991. – 60 p.9–1442.

Приложение А

Elemental composition of human hair as an indicator of the ecological and geochemical state of the environment

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Смолянинова Дарья Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Наркович Дина Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	доктор филологических наук, доцент		

Elemental composition of human hair as an indicator of the ecological and geochemical state of the environment

Today, the problem of studying the influence of factors on human health, acquires special significance. This is due to the fact that most Russian cities built around large industrial city-forming enterprises. As the encyclopedia "Cities of Russia" on the basis of environmental conditions, only 1% of the total number of cities in the country relate to the results of the prosperous.

Pollution of the environment becomes the main factor affecting the health of both the individual and the population as a whole. Analysis of air, surface water, soil gives an idea of the ecological state of the habitat, but does not allow to assess the impact of pollution on the human body. [1]

Biogeochemical studies are the most optimal and reliable way of assessing the ecological and geochemical status of the territory and the degree of its transformation as a result of technogenesis. The big problem is the correct choice of the indicator object, which must meet a certain range of requirements. A wide range of distribution, the ability to respond to changes in elemental composition to changes in environmental conditions in a wide range of values, etc.

The content of microelements in the human body, their change can serve as an indicator of both the excess or the lack of specific nutrients in the diet, and an indicator of the effect of toxicants due to the unfavorable state of the environment. Therefore, biomonitoring is beginning to gain more importance as a way of assessing the resultant effects of pollution on humans on the basis of measuring the concentrations of chemicals and their metabolites in the human biomass - blood, urine, saliva, hair or tissues. [2]

Simplicity and non-traumatic sampling, as well as the fact that the given substrate reflects the state of the human body, has caused widespread use of hair in hygiene and environmental studies. In addition, according to L.I. Zhuk and A.A. Kist, their most important dignity is that they, like animal hair, are a highly-generated system, the use of which makes it possible to assess the ecological state

and to carry out the zoning of large areas by geochemical methods. Important is also the high information content of the hair (table. 3.)

Table 3. Informative nature of diagnostic biosubstrates for assessing the effects of chemical elements on humans

Element	Blood	Urine	Hair	Nail	Teeth
F	-	+	+	-	+
Cr	+	+	+	+	+
Co	+	-	+	+	-
Ni	+	+	+	-	-
Cu	+	+	+	+	+
Zn	-	+	+	+	+
As	+	+	+	-	-
Se	-	+	+	+	-
Cd	+	+	+	+	+
Pb	+	+	+	-	+
Hg	+	+	+	-	-

It should be noted that for most elements, the tissues of the human body listed in the table are quite informative, and the advantage is human hair.

In recent years, the hair analysis for trace elements has become widespread, which proved to be very convenient and useful for assessing the state of health and the impact of the environment. Now it is convincingly shown that almost any element can be detected and quantified in hair. However, such measurements cannot always be unambiguously interpreted due to the presence of a large number of variables affecting the concentrations of trace elements in the hair.

Also widely used are traditional bioindicators - urine and blood, the analysis of which usually gives reliable results. However, a general analysis of urine allows you to determine the acute effect only for three days. Concentrations in the blood also drop rapidly. These bio-indicators are most useful for assessing recent or

chronic effects. In contrast, hair provides a permanent record of trace elements, associated with metabolism and assimilation from the environment, and also retain this information for a long time. [2,7]

Hair is the second order of metabolic activity of the tissue after the bone marrow. A nutritious source of growing hair is blood, which contains traces of everything that enters the human body. Any xenobiotic and its metabolites can be incorporated into the matrix of growing hair, forming a temporal profile. However, the hair is contaminated from external sources, since their surface can accumulate exogenous products. Growing an average of 0.2-0.5 mm per day, the hair accumulates and stores information about the state of the person and the environment in which it is located. If biological fluids give an idea of a short interval - from hours to days, then hair, depending on the length, can represent a period of several days to several months or even several years. Finally, human hair is a good example of a fabric that is easy to select, easy to store and prepare for analysis, since no special methods are required for this. That is why the chemical analysis of hair in recent years has become so widespread [1,5].

The use of hair samples in an assessment of environmental and occupational metal comparison with 'normal' or reference concentration ranges for an unexposed population. Except for a few elements, large variations are common in published normal ranges for hair. This diversity reflects variation in factors affecting element content in these matrices such as dietary habits, lifestyle, geochemical environment, etc. Concentrations of some elements in hair may depend on age, sex, hair color and smoking habits, although information on this subject is scarce and is inconsistent.

Environmental pollution has been a main factor affecting the health of a certain individual and of the population as a whole. Air, surface water and soil analyses give an idea of the ecological state of the environment, but does not help to evaluate the impact of pollution on human body. Content of trace elements in human body and their modification may serve as an indicator of excess or deficiency of specific nutrients in the diet, as well as the indicator of toxicants impact in unfavorable environmental conditions. Therefore, biomonitoring begins to acquire

more and more significance being the means of assessing the resulting impact of pollution on humans. It is based on measuring the concentrations of chemicals and their metabolites in human biological media – blood, urine, saliva, hair or tissue. In recent years, hair analysis for trace elements has become widespread. It has proved to be very convenient and useful to assess the state of health and environmental impact. [8].

Mercury is not an essential element and its role in physiology is still unclear. Until now, the impact of mercury on vital processes has been regarded solely in terms of toxicology. However, one should not deny its biological role if one lacks the knowledge on the biochemical mechanisms of mercury impact. Mercury is widely spread in the environment and it has still been a global pollutant, despite the significant reduction of its use. Its peculiar physical and chemical properties make its biogeochemical cycle complex and not yet fully comprehensible. It includes such processes as evaporation condensation, adsorption-desorption, methylation-demethylation and formation of multiple forms.

Mercury gets into human body in several ways: with the delivery of water and food, as well as through the inhalation of polluted air. Elemental mercury is the predominant form in the atmosphere, inorganic salts are the basic chemical forms in drinking water, and seafood are the main source of organic mercury.

Nowadays, almost any element in hair can be detected and quantized. However, these measurements are not always possible to interpret because of the large number of variables affecting the concentration of elements in hair. Analysis of the traditional bioindicators – urine and blood – is well-known, widely used and usually giving reliable results. However, a simple urine test helps to determine the acute effect only during the period from 36 to 72 hours. Concentrations in the blood fall similarly. These bioindicators are most useful for assessing the recent or chronic exposure. In contrast, the hair provides a permanent registering of trace elements related to metabolism and absorption from the environment, and retains this information for quite a long time. In the order of metabolic activity hair is the second tissue after bone marrow. Blood is the nutritious source of growing hair; it contains

traces of everything that enters the body. In addition, the hair is exposed to contamination from the external sources because it can accumulate surface exogenous products. Growing in average by 0.2-0.5 mm per day, the hair collects and stores the information about the state of a person and the environment in which he lives. If biological fluids give information for a short period of time – up to 24 hours, then the hair, depending upon its length, may disclose the period from several days to several months or even several years. Finally, a human hair is a good example of the tissue, which is easy to select, easy to store and prepare for the analysis because it does not require special techniques. That is why in recent years chemical analysis of hair has so widely spread [2].

Mobility, toxicity and accumulation of Hg in the body depend on its shape. Metallic elemental mercury is very poorly absorbed in the digestive tract, and up to 80% of Hg⁰ vapors are adsorbed in lungs, as for methylmercury, it is almost completely absorbed in the digestive tract. When in blood, it takes Hg for about four days to disperse in all tissues, accumulating mainly in brain and kidneys.

Methylmercury penetrates easily into the hair during their formation and its concentration in hair is proportional to the concentration in the blood. Levels in hair.

It should be borne in mind that there is a time interval of 2-4 weeks between mercury is found in the blood and the corresponding segment of the hair appears above the skin surface. Peak appearance of Hg in the blood occurs through 4-14 hours after exposure to the organism. The half-life period of mercury is 65 days on the average [7].

Unlike Hg, the inorganic forms of Hg are less inclusive in the period of the hair growth. This is confirmed by the cases of severe intoxication with metallic mercury and its inorganic salts, when at high levels of mercury content in the blood, there was relatively small content of it in the hair. It is therefore considered that human hair is the best indicator to assess the impact of namely methylmercury.

Organic forms of mercury are the most toxic. It is known that Hg is capable to disrupt neural cell division and their migration during the brain development. The ability of this compound to cross the placental barrier makes Hg especially

dangerous to the developing fetus. Its prenatal influence is connected with growth retardation system alteration of the fetus. However, chronic exposure to Hg and Hg can have destructive effects on neurological activity of an adult, too. Major part of mercury in hair is in the form of methylmercury, the proportion of which may reach 90-100% in some regions. Children and adults chronic exposure to mercury can damage the nervous system, cause coning of vision, hearing and speech pathology, ataxia (motor disfunction), and peripheral neuropathy. Methylmercury accumulates in many tissues of the body, including the central nervous system, heart, muscles, liver and kidneys.

Determination of the mechanism of exogenous mercury binding showed a high affinity of mercury to the hair surface, and thiol groups (SH) are most likely the places of its binding. As a result, exogenous mercury can form an inconvertible binding with the hair surface, which is difficult to destroy using traditional techniques of cleaning hair from external pollution. The usage of more stringent methods of hair cleaning does not exclude the possibility of partial removal of the endogenous mercury received from the blood during the growth process. Therefore, if hair is used as a biomarker to evaluate mercury intoxication, the results may be inaccurate.

Nevertheless, even in this case, the high content of total (endogenous and exogenous) mercury in the hair helps to evaluate the degree of pollution. This is especially useful when examining large groups of population, as in the case of particular patients Hg content may depend on individual characteristics. It should be noted that the average content may vary from one geographic region to another, depending on the natural background, including soil constitution, concentrations in water and food, and feeding habits. For this reason, results of the surveyed region have to be compared with the values of the control group, a priori unexposed to mercury. [4]

For the hair to become an acceptable indicator of mercury impact, the range of its normal content should be set. Unfortunately, at the present time, scientists and legislators from international and national organizations have not obtained

consensus on the recommendations for methylmercury intake with food, and, consequently, on the specifications of its content in biological media (blood, urine, hair). This is due to the fact that such organizations as Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Health Organization (WHO), the U.S. Department of the Food and Drug Administration (FDA), the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), the United States Environmental Protection Agency (USEPA) and Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) use different epidemiological studies for making

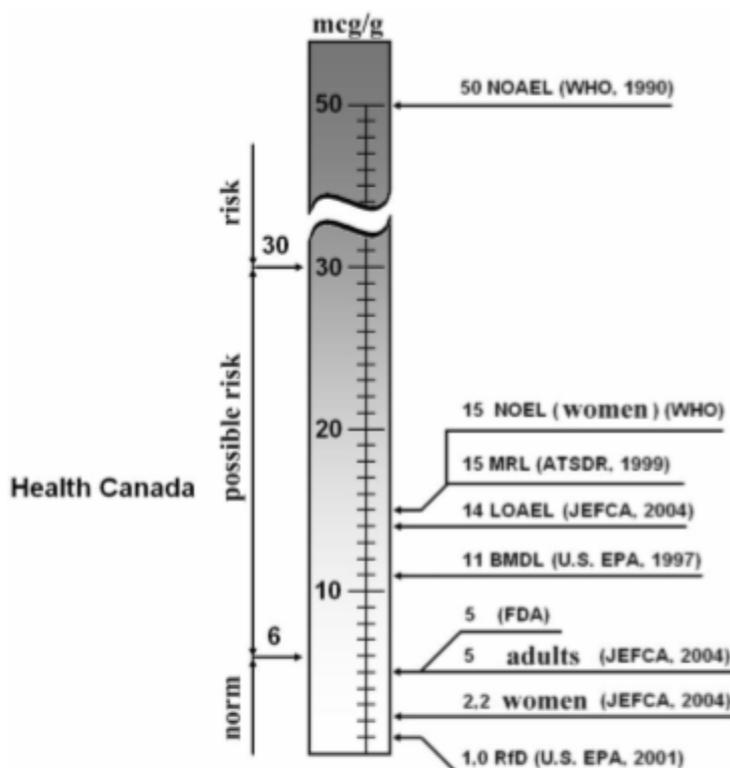


Fig. 1. Recommendations of different organizations on the critical level of mercury in the hair. BMDL – Below Minimum Detectable Limits; LOAEL – Lowest Observed Adverse Effect Level; MRL – Minimal Risk Level; NOAEL – No Observed Adverse Effect Level; NOEL – No Observed Effect Level; RfD – Reference Dose

recommendations. FDA bases its recommendations on Hg intake from the collection of data obtained from the study of mass poisoning in Minamata and Niigata (Japan) and in Iraq; ATSDR and USEPA – from the study groups in the Seychelles and the Faroe Islands, respectively, and the WHO considers the groups of both Seychelles and Faroe Islands. The difference in the recommended values is quite significant (Fig. 1).

In the Russian Federation the following background levels of mercury are accepted: 2 mcg/100 ml in blood, 2-5 mcg/l in urine, 0.5-1 mcg/g in hair. The following content of mercury is considered biologically acceptable: 5 mcg/100 ml in blood, 10 mcg/l in urine, 5.0 mcg/g in hair.

People become susceptible to mercury, mainly by consuming fish. In some communities where artisanal and small-scale gold mining occurs, the impact can be quite high. This is because people can breathe mercury from the process.

Scientists Amanda Gian and Julie van der Hoop compiled data from the Arnika website to give you an idea of how the concentration of mercury in hair can vary in different countries. (Fig. 2).

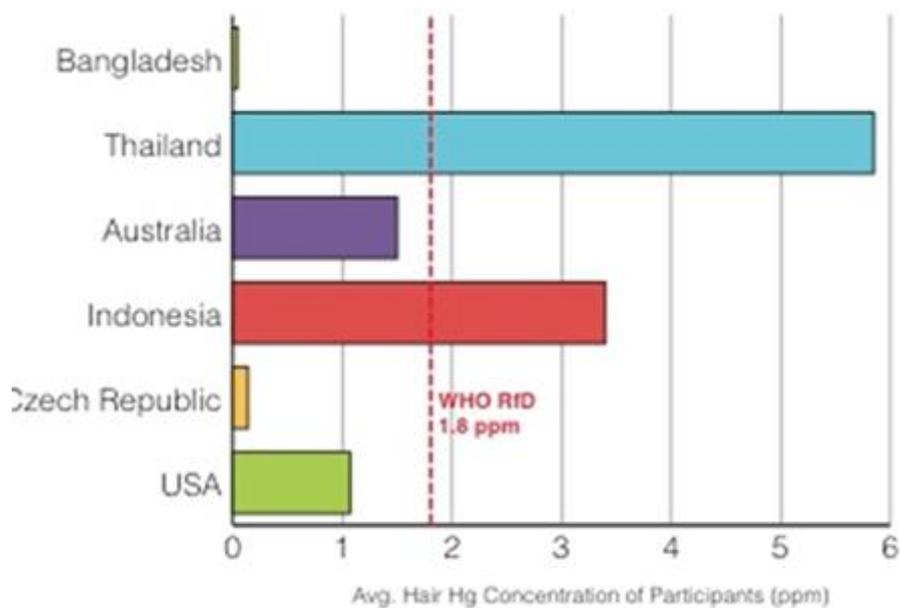


Fig.2 Mercury concentrations in hair from Arnika NGO

However, the issue remains open, whether it is correct or not to compare extreme situations of technogenic pollution and poisoning with natural biochemical cycle of mercury accumulation in living organisms. We will try to evaluate this on the example of the most mentioned Reference Dose of the United States Environmental Protection Agency [4,5].

The USEPA Reference Dose for human hair is 1.0 mcg of Hg/g and is an estimation (“rather uncertain, covering perhaps the order of values”) of

methylmercury amount, which can be consumed for 70 years every day without observable risk of adverse effect. It is based on the worst case of chronic mild impact, which nevertheless leads to the hair benchmark dose value, the lower confidence limit of which is 11 mcg/g. It is then divided by the extremely conservative rate of “uncertainty” equal to 10, being a sort of “airbag”.

The highest content mentioned in literature was 2436 mg / g. Fish is the main source of methylmercury, as of all the food products only is and seafood contain Hg. However, definition of various forms of mercury can provide additional important information about the nature of entry either from human blood into the hair, or from the contaminated atmosphere being adsorbed by the surface of the hair.

Determining the content of mercury in the hair, it should be considered, that it often does not correlate with symptoms of toxicity and secondly, that it often does not correlate with the concentration of mercury in blood, as blood may contain large amounts of inorganic mercury which is poorly transferred into the hair. [6]

Thus, human hair can be a good indicator of environmental pollution. Hair analysis allows to quickly and inexpensively examine large social groups for qualitative assessment of both health and environmental influences. Despite the difficulties with the differentiation of endogenous and exogenous mercury in the hair and determination of reference range, high concentrations may indicate the influence of the environment.

Finally, the development and improvement of methods for the mercury determination in the hair, primarily, determination of the forms of mercury, can solve many controversial problems related to the behavior of mercury in the human body. Despite the limitations, the hair remains an excellent means of control, because the method of its selection is simple and noninvasive, and their analysis allows to make a preliminary screening of mercury impact on the human in the conditions of anthropogenic impacts.

REFERENCES

1. Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings // *Toxicology*. 1995. Vol. 101. Pp. 29-39.
2. Noguchi, T., Itai, T., Kawaguchi, M., Nakahashi, S., Tanabe, S. Applicability of Human Hair as a Bioindicator for Trace Elements Exposure / In «Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry-Environmental Pollution and Ecotoxicology» / Eds. M. Kawaguchi et al. 2012. Pp. 73-77.
3. JECFA — Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) / World Health Organization (WHO) Expert Committee on Food Additives. Summary and conclusions, sixty-first meeting, Rome, 10-19, June 2003. URL: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/JECFA-PTWI.htm>.
4. Toxicological Profile for Mercury. Department of Health and Human Services, ATSDR. Atlanta. 1999. 676 p.
5. USEPA (2001). Reference Dose for Methylmercury. URL: <http://www.epa.gov/iris>
6. Pierce, P.E., Thompson, J.F., Likosky, W.H., Nickey, L.N., Barthel, W.F., Hinman, A.R. Alkyl mercury poisoning in humans // *JAMA*. 1972. Vol. 220. Pp. 1439-1442.
7. Atlanta. 1999. 676 p. USEPA (2001). Reference Dose for Methylmercury. URL: <http://www.epa.gov/iris>.
8. A.R. Alkyl mercury poisoning in humans. *JAMA*. 1972. Vol. 220. Pp. 1439-1442.