

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.03.01 Геология
Кафедра Геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Геологические особенности Ишимского уранового месторождения и некоторые экологические следствия (Северный Казахстан)

УДК 553.495:504 (574.2)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2л31	Липихина Евгения Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Рихванов Леонид Петрович	д. г-м. н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР	Кочеткова Ольга Петровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Язиков Егор Григорьевич	д. г-м. н., профессор		

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для подсчёта запасов и оценки ресурсов, для выбора максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, создание модели месторождения, для обработки информации и анализа данных по геологии при решении типовых профессиональных задач
P3	Вести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ
P4	Владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геологической информации
P5	Совершенствовать существующие и внедрять новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРР, технико-технологические решения. Поиск новых технологий добычи и переработки руд. Выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
P6	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере геолого-разведочных работ
P7	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.03.01 Геология
 Кафедра Геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой _____ Язиков Е. Г.
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Л31	Липихиной Евгении Юрьевне

Тема работы:

Геологические особенности Ишимского уранового месторождения и некоторые экологические следствия (Северный Казахстан)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.03.2017 г., №1382/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные о физико-географических и геологических особенностях района проведения работ (Ишимское ураново-молибденовое месторождение, расположенное в Акмолинской области Северного Казахстана). Отчеты НИИ радиационной медицины и экологии г. Семей (Казахстан) о радиоэкологических исследованиях на территориях прилегающих к Ишимскому месторождению.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение геологической характеристики Ишимского месторождения. 2. Изучение процессов эманирования горных пород, особенностей распространение радиоактивных эманаций и метода эманационной съемки. 3. Изучение экологической ситуации сложившейся на территории урановых шахт Ишимского месторождения и прилегающих к ним территориях.

Перечень графического материала:	
1. Карта расположения основных урановых районов в Казахстане 2. Карта Акмолинской области 3. Схема ландшафтно-радиогеохимических блоков Акмолинской области 4. Тектоническая структура Северо-Казахстанской урановорудной провинции 5. Геологическая карта Ишимского рудного узла 6. Месторождение Ишимское. Участок Веселый. План горизонта (А) и геологический разрез по линии I - I (Б) 7. Карта проведённых измерений на территории с.Калачи 8. Карта точечных замеров объёмной активности радона 9. Среднее содержание ацетона в воздухе по 10 контрольным точкам в с. Калачи с 24 сентября по 5 октября 2014 года 10. Уровень ЭРОА радона в воздухе жилых помещений села Калачи в летний период 2016 г 11. Корреляционная зависимость уровней накопления ЭРОА радона в воздухе жилых и подвальных помещений села Калачи	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кочеткова Ольга Петровна
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Рихванов Леонид Петрович	д. г – м. н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Липихина Евгения Юрьевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2л31	Липихиной Евгении Юрьевне

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы времени на выполнение определенных видов геоэкологических работ, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат времени и труда по видам работ Расчет затрат на приобретение расходных материалов Расчет затрат на проведение лабораторных работ Расчет затрат на проведение полевых и камеральных работ Расчет сметной стоимости работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Обоснование социальной и экологической эффективности выполнения работ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Линейный календарный график выполнения работ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2017 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР	Кочеткова Ольга Петровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л31	Липихина Евгения Юрьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Л31	Липихиной Евгении Юрьевне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Территория декультивированных урановых шахт Ишимского месторождения Акмолинской области Республики Казахстан
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность.</p> <p>1.1. Анализ вредных факторов и обоснование мероприятий по их устранению в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; <p>1.2. Анализ опасных факторов и обоснование мероприятий по их устранению в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности; - термические опасности; - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	<p>Изучить опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при проведении геоэкологических работ на территории декультивированных урановых шахт, а также при проведении лабораторно-аналитических исследований.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Рассмотреть вопросы экологической безопасности при проведении работ по консервации уранодобывающих предприятий и ликвидации последствий разработки урановых месторождений.</p>

<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий. 	<p>Представить перечень социально-экологических аспектов чрезвычайной ситуации, сложившейся в населенном пункте, расположенном вблизи декультивированных урановых шахт Акмолинской области Северного Казахстана.</p>
<p>4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рассмотреть существующие нормирующие документы в исследуемой области.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p>01.03.2017 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Ассистент кафедры ЭБЖ</p>	<p>Кырмакова О. С.</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2Л31</p>	<p>Липихина Евгения Юрьевна</p>		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 11 рис., 22 табл., 35 источников, 3 прил.

Ключевые слова: ИШИМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, УРАН, УРАНОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, МОЩНОСТЬ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ, РАДОН, ЭМАНАЦИЯ.

Объектом исследования является Ишимское ураново-молибденовое месторождение и прилегающие к нему территории.

Цель работы – изучение геолого-структурных характеристик Ишимского месторождения и влияния эманационных процессов на радиоэкологическую ситуацию в Есильском районе Акмолинской области и на территории близлежащего села Калачи.

В результате исследования изучена физико-географическая характеристика района проведения работ, представлена геологическая характеристика района исследования, рассмотрены вопросы эманационной съемки, измерены и проанализированы радиоэкологические параметры исследуемой территории.

В работе также приведены аспекты социальной ответственности при организации и проведении геоэкологических работ на территории декультивированных урановых шахт и некоторые аспекты финансового менеджмента проводимых работ.

Оглавление

Введение	14
1 Физико-географическая характеристика района проведения работ ...	17
1.1 Административное положение района	17
1.2 Климатические условия	18
1.3 Геоморфологическая характеристика	19
1.4 Гидрогеологическое описание	21
2 Геологическая характеристика района проведения работ	23
2.1 Геолого-структурная характеристика Северо-Казахстанской урановорудной провинции	23
2.2 Ишимско-Балкашинская урановорудная зона	28
2.3 Ишимский рудный узел	31
2.4 Геологическое описание Ишимского месторождения	35
2.4.1 История геологического изучения	34
2.4.2 Геолого-структурная характеристика	35
2.4.3 Минеральный состав руд	39
2.4.4 Радиогеохимическая специализация горных пород.....	39
3 Эманационная съемка	42
3.1 Радиоактивные эманации	42
3.2 Эманирование горных пород и распространение радиоактивных эманаций.....	43
3.3 Эманационный метод, область и условия его применения	45
4 Экологические исследования.....	48
4.1 Материалы и методы исследования.....	48
4.2 Радиозэкологическая обстановка на территории Ишимского месторождения и прилегающих территориях.....	52
4.3 Нерадиационные показатели исследуемых территорий	53

4.4 Результаты радиоэкологических исследований на территориях, прилегающих к урановым шахтам Ишимского месторождения	56
4.5 "Сонная болезнь"	62
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
5.1 Сметная стоимость выполнения работ	66
5.1.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ	66
5.1.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ	67
5.1.3 Расчет затрат на приобретение расходных материалов	69
5.1.4 Расчет затрат на проведение лабораторных работ	70
5.1.5 Расчет затрат на проведение полевых и камеральных работ.	71
5.1.6 Расчет сметной стоимости работ	72
5.2 Обоснование эффективности проекта	75
5.2.1 Экологический и социальный эффекты при выполнении проекта.....	76
6 Социальная ответственность.....	77
6.1 Профессиональная социальная безопасность.....	77
6.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	78
6.1.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению.....	79
6.2 Экологическая безопасность.....	84
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	86
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
Заключение	91
Список публикаций	95
Список используемой литературы	96

Приложение А. Схема размещения урановых месторождений в Казахстане	100
Приложение Б. Геолого-радиоэкологическая карта Акмолинской области	102
Приложение В. Карта антропогенной нагрузки на геологическую среду Акмолинской области	104

Обозначения и сокращения

ВСЕГЕИ – Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А. П. Карпинского;

ВИМС – Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ГУ – государственное учреждение;

МЗиСР – Министерство здравоохранения и социального развития;

МЭД – мощность экспозиционной дозы;

ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

РК – Республика Казахстан;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СКУРП – Северо-Казахстанская урановорудная провинция;

СФК – структурно-формационный комплекс;

УРП – урановорудная провинция;

ЭРОА – эквивалентная равновесная объёмная активность.

Введение

Интенсивные поиски и разведка месторождений урана на территории Казахстана начались в середине 40-х годов и увенчались к 1951 году открытием первого промышленного месторождения, а впоследствии – целого ряда месторождений. Всего в Казахстане эксплуатировалось и разведывалось 65 месторождений, из которых в Северном Казахстане – 34, в Центральном Казахстане – 6, в Южном Казахстане – 23, в Западном Казахстане – 2 (рис. 1).

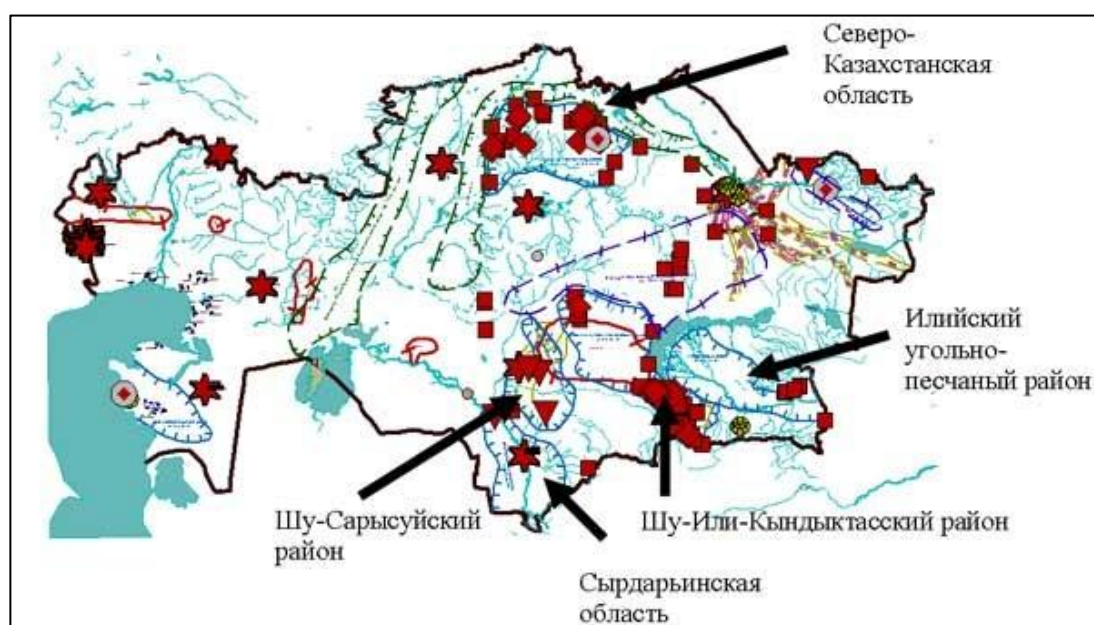


Рисунок 1 – Карта расположения основных урановых районов в Казахстане, урановые шахты/открытые карьеры (квадраты и ромбы) и участки добычи урана методом выщелачивания (перевернутые треугольники)

[29]

На территории Северного Казахстана Акмолинской области (Есильский район) в правобережной части р. Ишим расположен Ишимский рудный узел, в состав которого входит Ишимское уран-молибденовое месторождение.

Средние содержания основных компонентов и примесей урановых руд в пологих зонах месторождения «Ишимское» (данные химических

анализов, %): U – 0,204, Th – до 1,0, Zr – 0,02, Sr – 0,03, Mo – 0,066, As – 0,03, Ti – 0,36, Tl – до 0,008, P₂O₅ – до 1,0, отношение Mo/U – 0,36. Кроме того, отмечены Sb, Cu, Pb, Zn, Se, Hg [30].

Эксплуатация месторождения проводилась подземным способом до 1992 г. Балансовые запасы месторождения были исчерпаны. В течение 1993-1994 гг. демонтировано оборудование подземного комплекса, выработки ликвидированы, т.е. затоплены. Но работы по рекультивации отвалов забалансовых руд и хвостохранилищ, предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд практически не производились.

На территории урановых шахт Ишимского месторождения и прилегающих к ним территориях (с. Калачи) были произведены радиоэкологические исследования, которые показали, что село Калачи находится в зоне высокого потенциального риска от действия природных радиоэкологических факторов. На территории исследуемого района зафиксированы высокие концентрации радона, а также значительное выделение торона, хотя его период полураспада составляет меньше минуты.

Повышенные концентрации радиоактивных газов в приповерхностном воздухе объясняются эманационными процессами [3]. Горные породы, содержащие некоторое количество радиоактивных элементов, выделяют часть радиоактивных эманаций в окружающую жидкую и газообразную среду. Радиоактивные эманации накапливаются в породах и трещинах горных пород и вследствие диффузии, а также конвекционных потоков, по газопроводящим каналам распространяются в различных направлениях от эманлирующего объекта. Часть радиоактивных эманаций, выделенные на месте или привнесенных в почвенный воздух, участвуют в газовом обмене между почвенным слоем и атмосферой.

Известно, что месторождения урана (особенно гидротермального генезиса) часто связаны с тектонически ослабленными зонами, трещиноватыми участками вмещающих горных пород, наличием глубоких

тектонических нарушений. Эти условия облегчают поступление радона из коренных пород в приповерхностные слои.

Повышенное содержание радиоактивных элементов в атмосферном воздухе, водоемах и почве способствует поступлению и накоплению их в организме человека [1]. Интенсивные и длительные воздействия экологически неблагоприятных факторов среды могут приводить к перенапряжению адаптационных систем, развитию предболезненных и болезненных состояний.

1. Физико-географическая характеристика района проведения работ

1.1 Административное положение района

Ишимское месторождение расположено в Есильском районе, в западной части Акмолинской области Республики Казахстан (РК) [31]. Акмолинская область располагается в северной части РК, образована в 1939 году и занимает площадь 146,6 тыс. кв. км. Область граничит, на севере – с Северо-Казахстанской, на юге – с Карагандинской, на востоке – с Павлодарской, на западе – с Костанайской областями (рис.2). Область расположена в непосредственной близости к таким развитым регионам России, как Урал, Тюменская, Томская, Омская и Новосибирская области.

АКМОЛИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

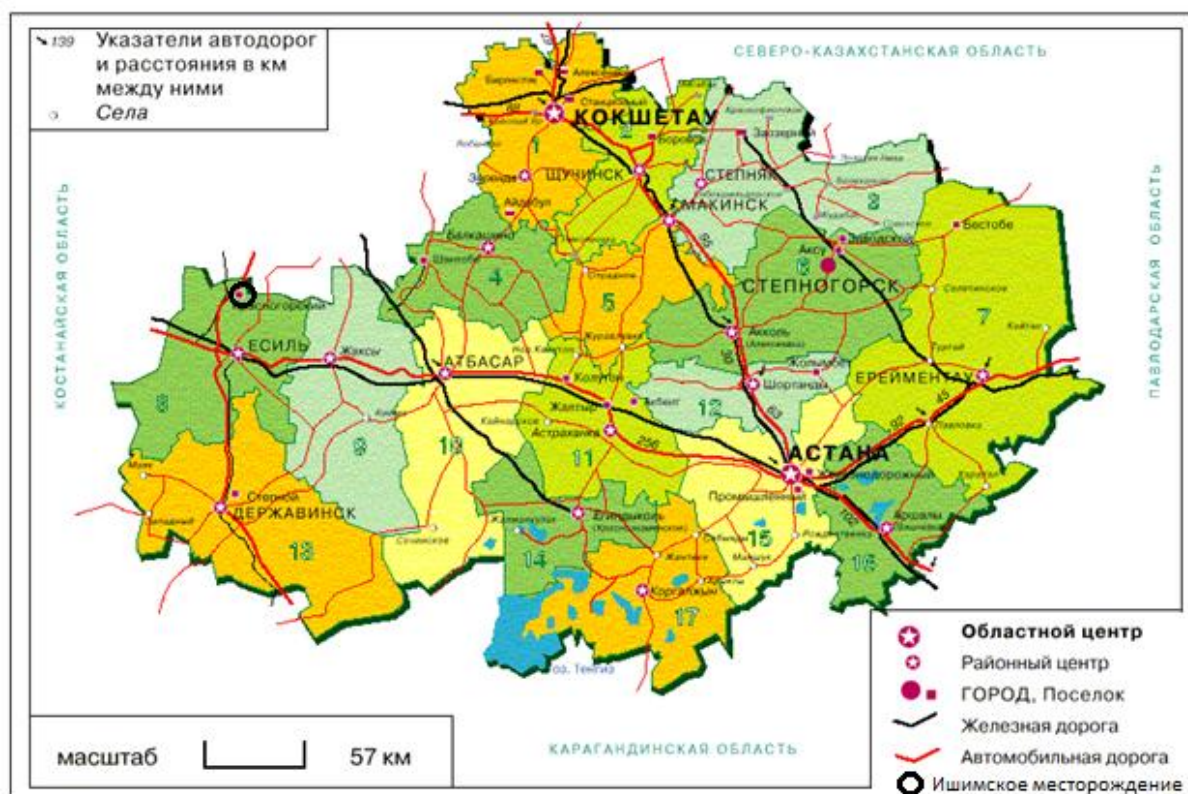


Рисунок 2 - Карта Акмолинской области [31]

Ишимское месторождение входит в состав Ишимского рудного узла[5]. Данный рудный узел также включает в себя Центральное

месторождение и Шептыкульское рудопроявление. По новому административному делению Ишимский рудный узел расположен в пределах Ишимско-Балкашинской урановорудной зоны, которая в свою очередь входит в состав Северо-Казахстанской урановорудной провинции.

1.2 Климатические условия

Климат района резко континентальный [7]. Характеризуется большими колебаниями температуры воздуха, незначительным количеством атмосферных осадков, значительным дефицитом влажности и сравнительно интенсивным испарением.

Лето короткое и жаркое, резко сменяется суровой продолжительной зимой. Посезонный ход температур характеризуется сильными устойчивыми морозами в течение всего зимнего периода и жарой в летний сезон. Средняя температура января – минус 16-18°C, июля – 19-26°C. Весеннее нарастание температуры происходит очень быстро, примерно с середины апреля. Осеннее падение температур носит затяжной характер, переход к отрицательным температурам начинается обычно в последней декаде октября.

Годовая сумма осадков составляет около 300 мм, на холодное время года приходится 25-30%. Неблагоприятным фактором является высокое количество дней с атмосферной засухой в среднем от 45 до 60 дней в апреле-октябре. Снежный покров обычно устанавливается в последней декаде ноября, сходит в середине апреля. Высота снежного покрова 25-30 см. Глубина промерзания грунтов составляет около 2 м.

Характерны частые и сильные ветры, дующие преимущественно в северо-восточном направлении. Среднегодовая скорость ветра 4 м/сек. В летнее время бывают пыльные бури, зимой – бураны и метели, весной – ураганы.

1.3 Геоморфологическая характеристика

Современное геоморфологическое строение территории Акмолинской области достаточно чётко подразделяется на три практически равных по площади блока (рис. 3) [7]. Ишимское месторождение находится в северо-западном блоке (блок А). Данный блок занимает центральную часть Кокшетауской возвышенности (поднятия). Характерен низкогорный (мелкосопочный) рельеф, который имеет характер островов, возвышающихся над цокольными равнинами. Относительные превышения могут достигать 600 м. Этим горным массивам, сложенными, в основном, гранитами, свойственны крутые (особенно южные, до 40°) склоны, значительная обнаженность, резко очерченные подножья, озера у подножий, отсутствие шлейфов. Естественной границей этого поднятия, ограничивающим его с юга, запада и севера является р.Есиль, играющая роль местного базиса эрозии (абсолютные отметки в пределах области от 270 до 140 м).

Основным ландшафтно-образующим блоком (А) области можно считать чётко выделяющуюся денудационную увалистую равнину и мелкосопочник, занимающим северо-западную часть области (западнее 71° и севернее – $52^\circ 50'$). Блок расположен в лесостепной зоне, в значительной мере покрыт сосново-березовыми лесами. Преобладает разнотравная злаково-луговая растительность на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, чернозёмах нормальных и южно-солонцеватых.

Водораздел (р.Есиль и бассейн водосбора р.Чаглинка) проходит примерно по широте $52^\circ 50'$, севернее которой выделяется более опущенная часть блока, относящаяся к относительно опущенным денудационным блокам лесостепного типа, перекрытым чехлом рыхлых отложений – суглинки с редкими березовыми и осиновыми колками на солонцеватых чернозёмах. Эта часть мелкосопочника относится к внутренней бессточной впадине, занимающей большую часть области, за исключением водосборного бассейна р.Есиль.

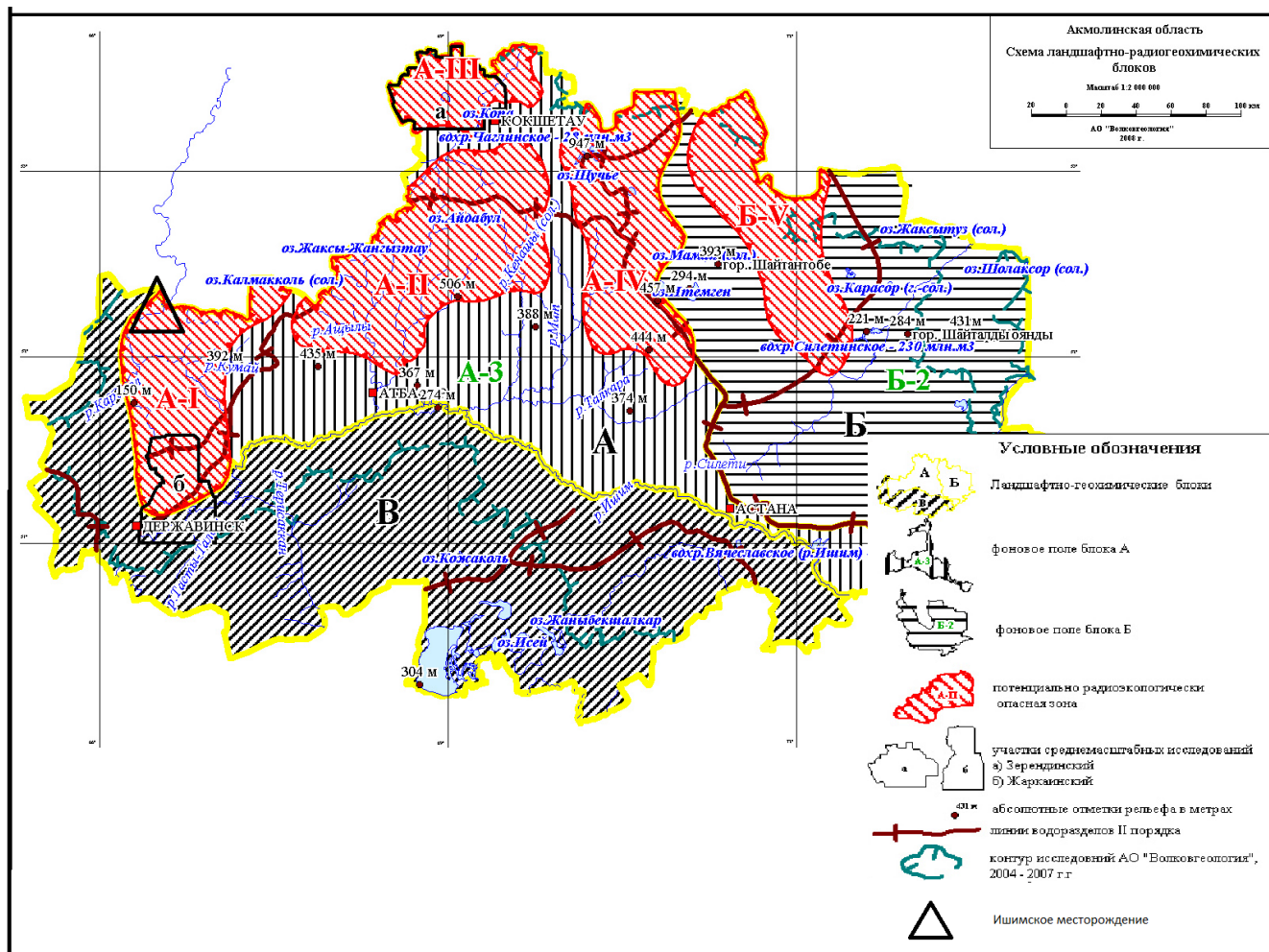


Рисунок 3 - Схема ландшафтно-радиогеохимических блоков
Акмолинской области [7]

Южнее наиболее поднятой части Северо-Казахстанской возвышенности выделяется степная денудационно-увалистая равнина с пологим склоном в сторону р.Есиль с разнотравно-краснопыльной растительностью на черноземно-карбонатных и лугово-черноземных почвах. Широко развита речная система близмеридионального направления (водосборный бассейн р.Есиль).

По правобережью р.Есиль на довольно значительных площадях развиты сухостепные ландшафты денудационных слабо всхолмленных равнин, сложенные сланцами и эффузивами различного состава, известняками, щебнистыми суглинками с типчаково-ковыльной растительностью на темно-каштановых почвах.

1.4 Гидрогеологическое описание

По территории Акмолинской области протекает несколько рек, среди них наиболее крупные: Есиль, Нура, Колутон, Селеты, Жабай, Чаглинка и Кылшақты [10]. Имеется много пресных и соленых озер (Коргалжын, Кожаколь, Итемген Майбалык, Тениз, Кыпшак, Керей, Киякты, Шортанды, Улькен Шабакты, Бурабай, Зеренды, Сулуколь, Карасу, Султанкельды, Копа и др.).

Из 13 водохранилищ, имеющих в области для гарантированного водоснабжения, стоки реки Есиль, Селеты, Чаглинка зарегулированы тремя водохранилищами: Астанинским, Селетинским и Чаглинским.

По условиям залегания и приуроченности подземных вод, а также другим гидрогеологическим параметрам в пределах изучаемого района представляется возможным выделить Приишимскую гидрогеологическую зону.

Приишимская зона охватывает восточную часть междуречья Убаган – Ишим и западную часть Ишим – Иртыш, располагаясь в пределах южной окраины Западно-Сибирской низменности. В геологическом строении Приишима принимают участие горизонтально залегающие отложения третичного и четвертичного возраста. Породы палеозоя развиты только на небольшом участке южнее пос. Марьевка, вдоль Ишима. Указанные отложения в той или иной степени являются водоносными. Питание подземных вод в пределах зоны происходит как за счет инфильтрации атмосферных осадков – на площадях непосредственного распространения песчаных пород, так и до некоторой степени за счет подтока подземных вод со стороны Центрально-Казахстанского мелкосопочника. Горизонтально залегающие породы, слабая дренированность территории и удаленность от основных областей питания способствуют формированию в пределах Приишима подземных вод с повышенной минерализацией, от слабосоленых до соленых, хлоридного состава. Вместе с тем местами

имеются также пресные воды. По природно-геологическим и гидрогеологическим особенностям в пределах зоны выделяются участки междуречья Ишим-Убаган (левобережье Ишима), Ишим-Иртыш (правобережье Ишима) и долина Ишима. Таким образом, в пределах рассматриваемого гидрогеологического района имеются значительные запасы пресных и слабосоленоватых грунтовых и артезианских вод. Прогнозно-эксплуатационные запасы грунтовых вод аллювиальных отложений Иртыша и Ишима и олигоценых горизонтов определяются (в пределах района) в 9 м³/сек (при нормальном использовании – 18 м³/сек). Запасы двух артезианских бассейнов – Келлеровского и Прииртышского – составляют около 480 млрд. м³ (пресной и слабосоленоватой) воды. Указанные ресурсы широко могут быть использованы для водоснабжения многочисленных населенных пунктов и оазисного орошения десятков тысяч гектаров земель засушливого Прииртышья.

Глава 2. Геологическая характеристика района проведения работ

Ишимское месторождение входит в состав Ишимского рудного узла[5]. Данный рудный узел также включает в себя Центральное месторождение и Шептыкульское рудопроявление. По новому административному делению Ишимский рудный узел расположен в пределах Ишимско-Балкашинской урановорудной зоны, которая в свою очередь входит в состав Северо-Казахстанской урановорудной провинции.

2.1 Геолого-структурная характеристика Северо-Казахстанской урановорудной провинции

В северном Казахстане аэродинамическими поисками, проведенными Волковской экспедицией (Н.М. Салов, А.Е. Сергеев), в 1953 г. были выявлены Кубасадырское, Балкашинское и Шатское месторождения урана, что положило начало образованию новой урановорудной провинции (УРП) [8]. В 1954 г. было открыто крупное Маныбайское месторождение, а в 1955 г. - месторождения Заозерное и Ишимское. Для форсирования разведки выявленных месторождений и расширения поисков на уран в этом регионе на базе группы партий Волковской экспедиции в 1955 г. была создана Степная экспедиция. Уже в 1957 г. Целинному горно-химическому комбинату для отработки были переданы месторождения Маныбай и Тастыколь. Таким образом, усилиями Волковской и Степной экспедиций уже в первый период поисково-разведочных работ была выявлена крупная Северо-Казахстанская урановорудная провинция (СКУРП), представленная обширной группой месторождений гидротермального типа (прил. А).

Среди специалистов, участвовавших в работах в то время, необходимо выделить Ю.М. Половоцкого, И.Д. Рогозина, В.Н. Сухоручкина, Н.Ф. Карпова, Г.С. Гречкина, Л.Я. Меламуда, Г.К. Грузинского, А.А. Татарникова

и других. Существенная помощь геологической службе была оказана ВСЕГЕИ (А.И. Семенов) и ВИМСом (М.Н. Альтгаузен).

Описываемая провинция расположена на северной окраине Казахского щита (рис. 4). Основными структурными элементами ее являются:

1) Кокшетауское, Заградовско-Шатское, Дмитриевское поднятия, сложенные в основном метаморфическими образованиями протерозоя и палеозойскими гранитоидами;

2) Джаркаинагачский, Ешкеольмесский и Ерментауский антиклинории, где в ядрах антиклиналей выступают метаморфиты докембрия и венда, а на крыльях складок - вулканогенно-терригенные образования ордовика;

3) Марьевский, Стерлитамак-Шарыкский, Калмыккольский, Восточно-Кокшетауский и Селетинский прогибы, выполненные преимущественно вулканогенно-терригенными отложениями ордовика;

4) Тенизская впадина, вмещающая субплатформенные терригенные отложения карбона и перми.

Для пород Северного Казахстана характерен достаточно высокий фон урана и тория с отношением близким к 1:4 соответственно.

В провинции выделяется несколько урановых узлов: Ишимский, Чистопольский, Балкашинский, Грачевский, Алтыбайский, Коксенгирский, Шатский, Маныбайский.

Провинция в геотектоническом плане отвечает Кокшетаускому Докембрийскому срединному массиву и его каледонскому геосинклинально-складчатому обрамлению, которые, в свою очередь, являются фрагментами юго-западной ветви каледонид Урало-Монгольского подвижного пояса [6]. Западной границей провинции является Торгайский прогиб, на юге она скрыта под верхнепалеозойскими отложениями Тенизской впадины, на

севере плавно погружается под мезозой-кайнозойский чехол Западно-Сибирской низменности, восточной границей служит Селетинский прогиб.

Тектоническое строение СКУРП определяется, главным образом, развитием двух типов региональных блоковых структур, характеризующихся резко различной плотностью в соответствии с наличием или отсутствием гранитизированного фундамента: разуплотненных гранитизированных полигональных блоков и плотных, преимущественно линейно-складчатых межблоковых зон. Первые отвечают структурам, имеющим преимущественно воздымание с широким проявлением процессов гранитизации, вторые – складчатым зонам на месте рифтогеосинклинальных структур (рис. 4).

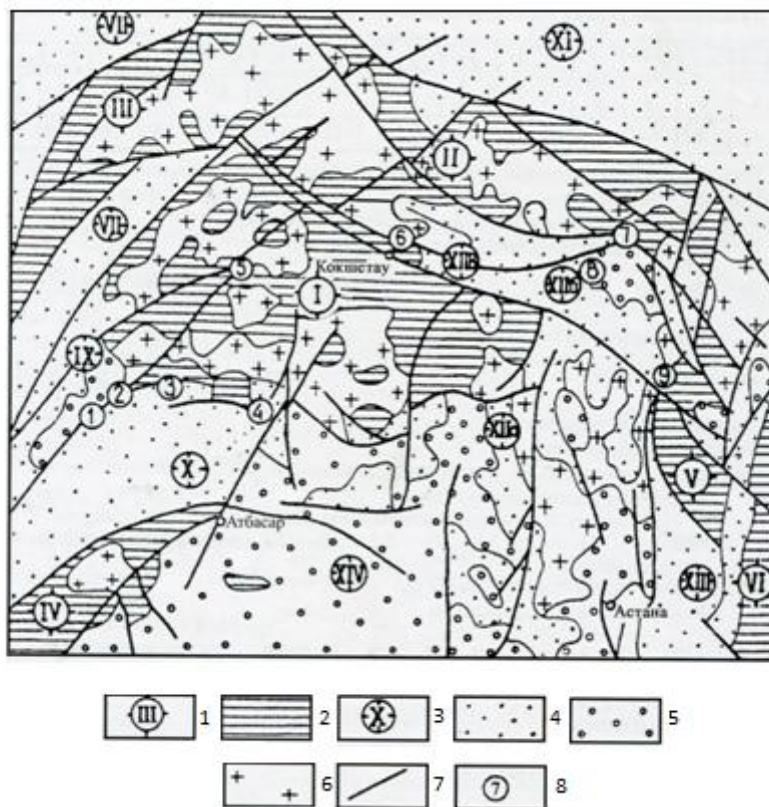


Рисунок 4 - Тектоническая схема Северо-Казахстанской урановорудной провинции [6]

1 - поднятия: I - Кокшетауское, II - Заградовско-Шатское, III - Дмитриевское, IV - Джаркаинагашское, V - Ешкиольмесское, VI - Ерментаусский антиклинорий; 2 - выступы докембрийского и нежнепалеозойского фундамента; 3 - прогибы: VII - Макушинский, VIII - Марьевский, IX - Стерлитамак-Шарыкский, X - Калмыккольский, XI - Петропаловский,

XII - Восточно-Кокшетауский (блоки: XIIa - Степнякский, XIIб - Коксенгирсорский, XIIв - Азатский), XIII - Селетинский, XIV - Тенизская впадина; 4 - прогибы, выполненные ордовик-силурийскими отложениями; 5 - каменноугольно-пермские образования; 6 - каледонские гранитоиды; 7 - основные разломы; 8 - урановорудные узлы (номера в малых кружках): 1 - Ишимский, 2 - Шолпак-Камышовый, 3 - Чистопольский, 4 - Балкашинский, 5 - Грачевский, 6 - Чаглинский, 7 - Шатский, 8 - Коксенгирский, 9 - Аксу-Маньбайский.

В развитии Кокшетауского срединного массива и, следовательно, СКУРП выделяются четыре главные этапа, в которых формировались характерные структурно-формационные комплексы (СФК).

Первый, докембрийский этап связан с зарождением и длительной эволюцией гранито-гнейсовых куполов, формированием кристаллического фундамента и осадочного чехла древней платформы. Для СФК этого типа характерна высокая степень метаморфизма и гранитизации с образованием структур гранито-гнейсовых куполов. Метаморфические и магматические образования этого этапа характеризуются преимущественно редкометальной геохимической специализацией. Вместе с тем, существенного редкометального оруденения в связи с данным этапом не выявлено, хотя имеются предпосылки.

В течение второго, раннекемрийского-раннесилурийского этапа неоднородный Кокшетауский срединный массив обособился внутри каледонской складчатой системы как устойчивый блок земной коры. В это время в обрамлении массива развиваются рифтогенные прогибы с характерными щелочно-ультрамафитовыми, гипербазитовыми интрузиями и офиолитовыми комплексами.

В позднесилурийско-девонское время вся область вовлекается в процессы континентального орогенеза, в ходе которых формируются главным образом континентальные (вулканогенно-осадочные) фации с присущей им резкой фациальной изменчивостью. Магматические и

осадочно-вулканогенные образования второго и третьего этапов характеризуются сидерохалькофильной специализацией.

Третий этап развития обусловлен процессами тектоно-магматической активизации в поздней палеозое и раннем мезозое в связи с эволюцией смежных герцинских Торгай-Средне-Тяньшаньской и Шынги́з-Тарбагайской зон. На этом этапе происходило чередование стадий стабилизации и активизации тектонического режима. Стабилизационные верхнепалеозойские СФК сложены исключительно осадочными формациями. В мезозойскую стадию формировались СФК тарфогенных впадин с присущими им угленосными молассоидными континентальными отложениями, которые нередко сопряжены с контрастно-дифференцированными образованиями трахибазальтриолитовой формации.

Ведущими урановорудными формациями СКУРП являются формации в низкотемпературных метасоматитах (урановая, фосфор-урановая в эйситах и урановая, молибден-урановая в эйситах и березитах). Эндогенное урановое оруденение приурочено к структурно-металлогеническим зонам, выделяемым в контурах рифтогенных зон деструкции земной коры. В целом на территории провинции выделяется четыре основные металлогенические зоны, соответствующие рангу районов, которые объединяют 9 основных рудных узлов.

Особенности СКУРП:

1. Практически все промышленные месторождения урана связаны с палеозойскими этапами орогенеза и активизации [4]. Радиологический возраст основной массы гидротермального оруденения Северного Казахстана оценивается в 350-370 млн. лет. Выделяется несколько этапов перераспределения оруденения: в позднем триасе (180-190 млн. лет), в мел-палеогеновое время (50-60 млн. лет) и неотектонический период (меньше 30 млн. лет).

2. Оруденение преимущественно находится в ассоциации с метаморфическими формациями березитов и эйситов, которые рассматриваются в качестве членов единого гидротермально-метасоматического ряда.

3. Связь оруденения с какими-либо определенными магматическими комплексами, по мнению большинства авторов (Ю.Л. Бастриков, А.Ф. Киселев, С.С. Наумов, В.И. Пигульский), отсутствует.

4. К бесспорным факторам локализации уранового оруденения на всех уровнях относится его связь с разрывными дислокациями. Ряд разведанных месторождений СКУРП оценены как крупные. Такие месторождения как Ишимское, Балкашинское и Маньбайское являются отработанными.

2.2 Ишимско-Балкашинская урановорудная зона

Ишимско-Балкашинская урановорудная зона обычно выделялась и изучалась в качестве «Западного рудного района» [5]. В ее пределах расположены урановые месторождения Ишимского, Шокпак-Камышового, Чистопольского и Балкашинского рудных узлов.

Геологическое строение данной зоны определяется ее размещением на юго-западном обрамлении Кокшетауского поднятия, в области сочленения последнего с Калмыккольским прогибом. Значительное место здесь отводится серии приразломных вулканотектонических и вулканозэрозийных впадин, заложенных на гетерогенном складчатоблоковом основании. Рифтогенная природа рассматриваемой структуры вытекает из особенностей инициальных вулканитов гарширской серии толеит-базальт-трахибазальтового состава.

Нижний структурный этаж, или фундамент, представлен метаморфическими толщами – гранитогнейсами, гнейсами, кристаллическими сланцами протерозоя и вендскими карбонатно-сланцевыми образованиями, обнажающимися в отдельных блоках в северной

и в восточной частях зоны, где докембрийские породы интродуцированы и ассимилированы гранитоидами Золотоношенского, Бабык-Бурлукского, Каховского и других массивов. К следующему, залегающему выше этажу относятся нижнепалеозойские осадочные и эффузивно-осадочные формации отчасти кембрийского и преимущественно ордовикского возраста. В Калмыккольском прогибе, на юге структурно-металлогенической зоны, они образуют широкие и относительно слабо дислоцированные поля, но в области тектонического контакта с Кокшетауским поднятием, в зонах глубинных разломов, смяты в узкие, глубоко погруженные складки, обрамляющие выступы фундамента и ориентированные субсогласно с генеральным направлением главных разрывных структур. Накопление нижнепалеозойских отложений происходило в условиях палеорифтовой зоны, сформировавшейся на границе с жестким срединным массивом.

В дальнейшем структура зоны сохранила тенденцию к прогибанию и повышенную проницаемость для подкровных магматических расплавов с калиевой специализацией. В инверсионный и орогенный этапы в Ишимско-Балкашинской зоне, в области сопряжения Калмыккольского прогиба с Кокшетауским поднятием, образовалась серия вулканотектонических, вулканозерозионных и осадочно-тектонических депрессий, выполненных отложениями средне-позднедевонского-каменноугольного возраста. К наиболее крупным вулканотектоническим структурам относятся Тюлюбайская, Любимовская, Кедейская, и возможно, сильно эродированные Ялтинская, Акчокинская и Якшинская. Осадочно-тектонические девонские структуры представлены Новокронштадской, Чистопольской, Кайрактинской и Шокпакской мульдами, выполненными красноцветными молассоидами. В западной части зоны расположена Новомихайловская каменноугольная мульда. Образование депрессионных структур интенсивно дислоцированы, особенно в зонах разломов и в прибортовых частях.

Магматические образования рифтогенной стадии представлены главным образом вулканогенными формациями, инверсионной стадии свойственны интрузивные гранитоидные, а также отмеченные выше наземные вулканогенные формации. Интрузивные формации щелочно-кислого состава тяготеют к северной и восточной частям зоны, в юго-западной части зоны расположен Дальненский массив лейкократовых гранитов орогенного этапа развития. Довольно широко проявлены малые интрузии и дайки габбро, габбро-диоритов, диоритов.

Зона сочленения Кокшетауского поднятия с Калмыккольским прогибом характеризуется проявлением глубинных разломов, представленных серией северо-восточных близширотных крутопадающих кулисообразных нарушений. В юго-западной части площади Ишимско-Балкашинской зоны разломов с амплитудой в первые километры происходили на стадии рифтогенеза.

Урановорудные узлы в основном приурочены к осевой части структурно-металлогенической зоны, т.е. к границам блоков с различным тектоническим режимом. Для данного района характерны распространение специализированных на уран геологических формаций и дифференцированный характер распределения радиоактивных элементов. Урановое и молибден-урановое оруденение установлено в различных структурных этажах, но преимущественно тяготеет к верхним ярусам, к орогенным депрессионным структурам, выполненным красноцветными молассоидами среднего-верхнего девона. При этом преобладающая часть месторождений приурочена к тектоническим сорванным бортам впадин.

В урановорудных узлах, а иногда и в не их широко проявлены низкотемпературные гидротермально-метасоматические изменения преимущественно формации ураноносных березитов. Именно это являлось основанием выделения в Ишимско-Балкашинской зоне С.А. Скороспелкиным «Южного березитового пояса». Впоследствии, как уже

отмечалось, на ряде месторождений был установлен контроль уранового оруденения и натриевыми метасоматитами.

2.3 Ишимский рудный узел

По новому административному делению месторождения Ишимского узла расположены в Акмолинской области, в 30 км к северу от г. Есиль. Узел включает два мелких по масштабу месторождения (Ишимское и Центральное) и Шептыкульское рудопроявление. Оба месторождения отработаны [5].

Рассматриваемый узел включает крайнюю западную часть Ишимско-Балкашинской металлогенической зоны, расположенной в Кайракской грабен-синклинали. Наиболее древними породами в нем сложена зеленоцветная толща среднего-верхнего ордовика, в которой переслаиваются песчаники, алевролиты, аргиллиты, развитые в юго-восточной и центральной частях узла (рис. 5).

Эти породы слагают северо-западное крыло Ишимской синклинали, осложненное рядом более мелких субсогласных или диагональных складок в зонах контактов с интрузивными телами и вдоль генеральных зон смятия. К верхнему ордовика - нижнему силуру условно отнесены пестроцветные конгломераты, гравелиты и песчаники, образующие небольшие выходы на западе, вблизи борта Новомихайловской мульды. Кайракская грабен-синклиналь выполнена молассоидами среднего-верхнего девона (переслаивающиеся песчаники, алевролиты, конгломераты с базальным слоем валунных конгломератов). В центральной части структуры залегание молассоидов пологое – 10-15 градусов, вблизи бортов углы падения достигают 30-40 градусов. Нижнекаменноугольные отложения (органогенные известняки, углистые алевролиты, аргиллиты) слагают в северо-западной части узла юго-восточный борт Новомихайловской мульды: углы падения этих пород не превышают 10 градусов.

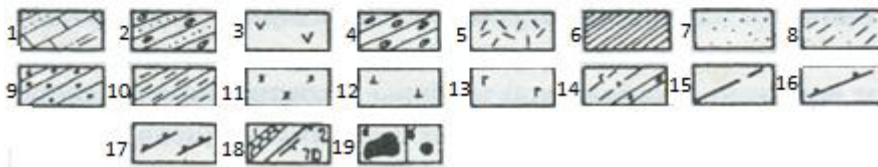
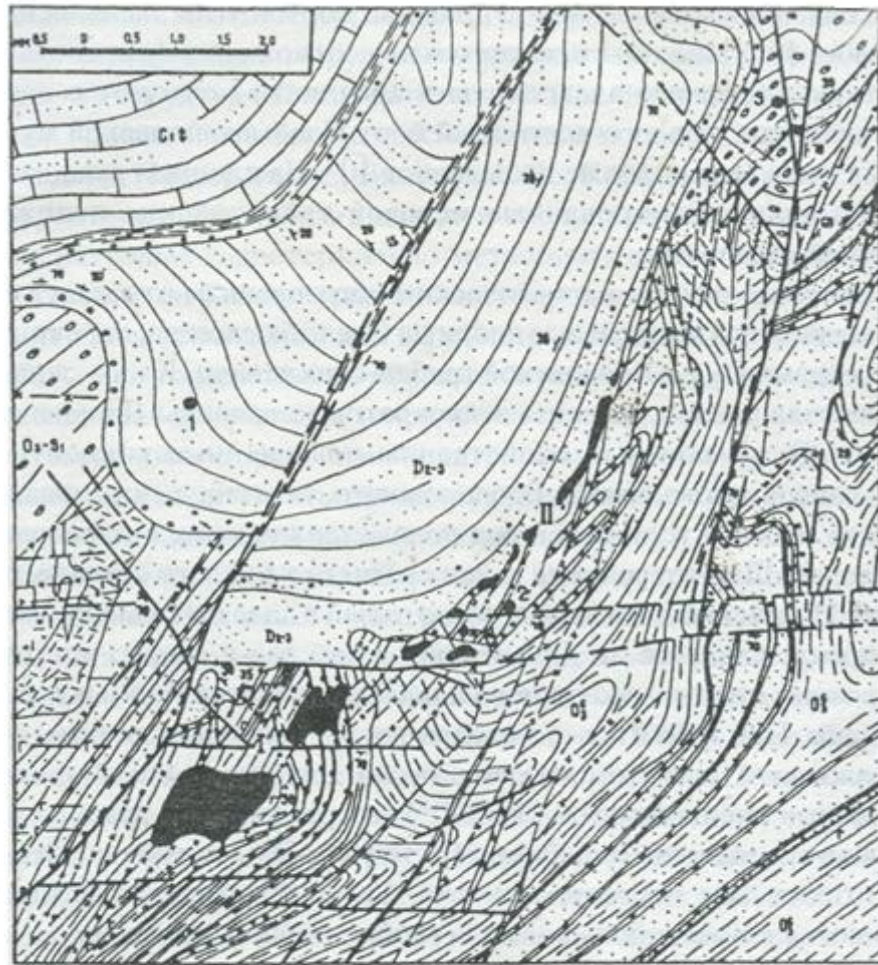


Рисунок 5 - Геологическая карта Ишимского рудного узла [5]

1 - турнейский ярус: известняки с прослоями песчаников, алевролитов, в основании крупногалечные конгломераты; 2 - средний - верхний девон: песчаники красноцветные, полимиктовые, с прослоями и линзами конгломератов; 3 - нижний - средний девон: плагиоклазовые порфириды; 4,5 - верхний ордовик - нижний силур; 4 - конгломераты красноцветные мелкогалечные, щебенчатые, 5 - туфопесчаники, туфоконгломераты; 6-10 - верхний ордовик: 6 - тонкое переслаивание песчаников и алевролитов, 7 - песчаники средне- и крупнозернистые, 8 - песчанико-алевролитовая пачка, 9 - Конгломераты темно-серые, мелкогалечные, 10 - алевролиты, аргиллиты; 11 - диориты порфировидные, микродиориты; 12 - спессартиты, андезитовые порфириды; 13 - габбро-сиениты, монзониты; 14 - дайки диоритовых порфиридов, лампрофиров; 15-18 -разрывные нарушения: 15 - крутопадающие типа взбросо- и сбрососдвигов, 16 - пологие, местами

послойные, 17 - рудовмещающие, 18 - элементы залегания нарушений, 19 - урановое оруденение: а - рудные залежи месторождения Ишимского (I) и Центрального (II), б - рудопроявления: 1 - Аммонитное, 2 - Приишимское, 3 - Шептыкульское

К наиболее ранним магматическим образованиям относятся силурийские диориты и кварцевые диориты Слепого массива, перекрытого молассоидами D2-3 в Кайракской грабен-синклинали. К юго-западу от рудного узла расположены лейкократовые граниты Дальненского массива (D1-2), которым свойственны повышенные концентрации урана, свинца, олова и цинка. Вдоль южного тектонически сорванного контакта массива установлен ряд полиметаллических и оловорудных проявлений. Широко развиты дайки среднего и кислого состава, образующие Ишимский дайковый пояс, который в виде полосы шириной до 4 км прослеживается от Дальненского массива в северо-восточном направлении, субсогласно региональной складчатости Калмыккольского прогиба. При этом поясе выделяется две дайковые системы с противоположным азимутом падения: более древние дайки диоритовых порфиритов имеют пологое (40-30) северо-западное падение, тогда как дайки гранодиорит-порфиров круто (60+70) падают на юго-восток. Возраст даек послеордовикский. Среди ордовикских отложений отмечаются также небольшие тела габбро, габбро-диабазов.

Структурный план рудного узла определяется его приуроченностью к тектонически отложенному северо-западному крылу Ишимской синклинали. Субсогласные с направлением складчатости разломы определяют положение Кайракской впадины и контролируют северо-восточный борт Новомихайловской мульды. Большинство нарушений (Межформационный, Карбонатный и другие разломы) выражено надвигами или взбросами с северо-западным падением плоскости сместителя. Так, ограничивающий рудный узел с запада Карбонатный разлом представляет собой надвиг, по которому ордовикские отложения надвинуты в северо-западном направлении на красноцветные молассоиды D₂₋₃ под углами 35-40 градусов.

Горизонтальная амплитуда смещения по нему достигает 700 м, вертикальная - около 350 м. Восточный борт Кайракской грабен-синклинали осложнен серией надвигов, параллельных Карбонатному надвигу. Между надвиговыми системами прослеживается серия субширотных правосторонних сдвигов-взбросов с крутым (60-70 градусов) падением на юг. Указанными системами нарушений обусловлено сложноблоковое строение рудного узла.

Урановое оруденение контролируется пологими надвигами и крутопадающими взбрососдвигами, развитыми в прибортовых частях Кайракской структуры и на некотором удалении от ее борта. Оруденение локализовано в узлах сопряжения указанных нарушений с более мелкими разрывами и дайками Ишимского пояса, на крыльях флексур и мелких складок. На западе рудоносная площадь ограничена Карбонатным, а на востоке – Гаршинским надвигами. На Центральном месторождении отмечается приуроченность оруденения к зоне контакта ордовикских образований со средне-верхнедевонскими красноцветами. Характерна связь оруденения с участками гетерогенного строения: переслаивание различных по плотности и хрупкости пород; контакты даек и малых интрузий; зоны, различающиеся по степени тектонической проработки.

Зоны трещиноватости, дробления, брекчирования, малоамплитудных сдвигов и надвигов сопровождаются гидротермально-метасоматическими изменениями типа ураноносных березитов. Оруденение тяготеет к участкам их наиболее интенсивного проявления. Руды Центрального месторождения монокомпонентные – урановые, Ишимского – комплексные, молибден-урановые.

2.4 Геологическое описание Ишимского месторождения

2.4.1 История геологического изучения

Ишимское месторождение открыто в 1957 году в результате аэрорадиометрических поисков масштаба 1:25000 аэрогеофизической

партией №35 Волковской экспедиции (Ф.Е. Сергеев) и детальных поисково-разведочных работ Ишимской партии №47 предприятия «Степгеология» [5].

С поверхности месторождение изучалось с помощью канав, шурфов и картировочных скважин. На глубину оно разведано горными выработками и буровыми скважинами. Вскрыто четыремя горизонтами горных выработок (через 30-160 м), штреками и ортами через 25-30 м, скважинами с поверхности и из горных выработок. Запасы категории С1 разведаны до глубины 250 м, категории С2 – до 600 м.

Месторождение среднее по масштабу, характеризуется благоприятными горно-техническими условиями, определяющимися компактностью рудных тел, малой обводненностью и сравнительно малой глубиной залегания. Месторождение отработано.

2.4.2 Геолого-структурная характеристика

Ишимское месторождение объединяет три сближенных участка: Змеиный (на северо-западе), Веселый являющийся продолжением Змеиногорского (на юго-западе), и расположенный на северо-востоке Приишимский участок, которые имеют практически одинаковое геологическое строение (рис. 6) [5].

Месторождение находится юго-западнее Центрального месторождения, на площади ордовикских песчаников, алевролитов, аргиллитов, слагающих Ишимскую синклираль. На севере рудного поля они перекрыты красноцветными конгломератами, песчаниками средне-верхнедевонского возраста, служащими юго-западным замыканием Кайракской впадины. Ордовикские отложения имеют довольно пологое падение (10-15 градусов) на северо-запад и содержат большое количество даек и рвущих тел (Ишимский дайковый пояс). Среди них выделяются две системы даек. Относительно более древними являются дайки и рвущие тела лампрофиров и габбро-сиенитов с пологим (20-30 градусов) близпослойным падением на северо-запад. Дайки гранодиорит-порфиров, порфировидных

диоритов, кварцсодержащих диоритовых порфиров, секущие по отношению к дайкам первой системы и залеганию ордовикских отложений, имеют юго-восточное довольно крутое (60-70) падения. В северной части рудного поля среди ордовикских отложений под девонскими красноцветами фиксируется южный контакт Слепого массива кварцевых диоритов.

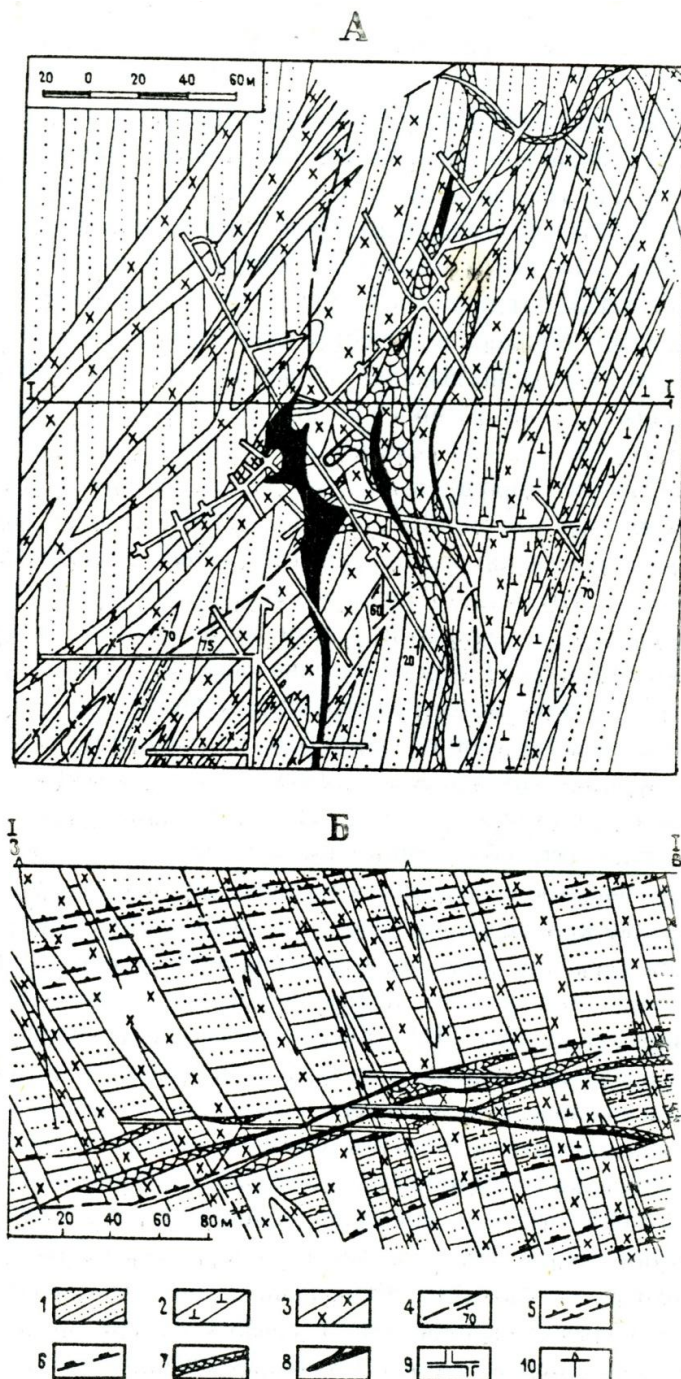


Рисунок 6 - Месторождение Ишимское. Участок Веселый. План горизонта (А) и геологический разрез по линии I - I (Б) [5]

1 - разнотерные песчаники ордовика; 2 - спессартини и андезитовые порфириты; 3 - диориты, гранодиорит-порфириты; 4-6 - разрывные нарушения: 4 - крутопадающие (с элементами залегания), 5 - пологие, послойные, 6 - рудовмещающие; 7 - зоны брекчирования; 8 - урановорудные залежи; 9 - подземные выработки; 10 - буровые скважины.

Наиболее крупная разрывная структура рудного поля - Карбонатный разлом, представляющий собой близпослойный по отношению к залеганию ордовикских отложений надвиг северо-восточного (10-30 градусов) простирания и пологого (35-40 градусов) северо-западного падения. Он состоит из двух - пяти сближенных швов мощностью 3-10 м, вдоль которых ордовикские отложения осложнены запрокинутыми складками со срезанными крыльями, прорваны силлами габбро и многочисленными кварц-эпидотовыми и карбонатными жилами и прожилками.

На севере рудного поля, в толще красноцветов, над Карбонатным надвигом фиксируется мощная (200-300 м) зона рассланцевания, а несколько южнее песчаники ордовика по нему надвинуты на западный борт Кайракской впадины. При этом горизонтальная амплитуда перемещения блоков оценивается в 700 м при вертикальной составляющей около 350 м. К разрывам второго порядка относятся субширотные (простирание 70-110 градусов) тектонические нарушения, развитые в центральной части месторождения. Они представляют собой правосторонние сдвиги, взбрососдвиги с крутым (60-70 градусов) падением на юг.

На западе взбрососдвиги причленяются к Карбонатному сдвигу, а на востоке постепенно теряются среди дайкового пояса. Смещение ордовикских отложений и даек вдоль них не превышает первых метров, а сдвиг девонских красноцветов достигает 800 м и более.

Помимо субширотных разломов прослеживается система пологопадающих послойных срывов субмеридиального северо-северо-восточного направления с западным падением под углами 10-20 градусов. Они часто развиты вдоль контактов более древних даек лампрофиров и

габбро-сиенитов. На месторождении проявлена щебенчатая кора выветривания, зона окисления отсутствует.

В результате проведенных работ разведано 15 рудных тел: три на участке Веселом (66%), семь на Змеином (27%) и пять на Приишимском (7%).

Средняя мощность рудных тел 1-6 м. Размеры по падению и простиранию соответственно 20-1100 и 10-750 м. Глубина залегания кровли рудных тел 0-200 м.

Наиболее благоприятными для рудоотложения были комбинированные структуры, обусловленные сочетанием крутопадающих секущих тектонических нарушений с пологими послойными. Мощные и богатые трубообразные рудные тела встречены также в брекчиях, возникших в местах пересечения разрывами крутопадающих даек.

В зонах послойных срывов сложные линзообразные рудные тела расположены в участках наиболее интенсивно брекчированных осадочных отложений, особенно вблизи сорванных контактов близпослойных даек лампрофиров. Пологие рудные залежи сложной морфологии образовались также в участках изгибов рудовмещающих нарушений и местах пересечения ими сближенных крутопадающих даек диоритового состава. В осадочных породах оруденение распространяется от даек на расстояние первых метров. Раздувы мощности и богатые рудные столбы отмечены в узлах сопряжения и пересечения различно ориентированных тектонических нарушений.

Околорудные гидротермально-метасоматические изменения пород относятся к формации березитов. Ореолы березитизации мощностью в десятки метров прослеживаются вдоль крупных тектонических нарушений и имеют вертикальную и латеральную зональность. В качестве продуктивных выделяются пирит-иордизит-коффинитовая и ферродоломит-молибденит-настурановая минеральные ассоциации. На оруденелые наложены жилы коффинит-настурап-доломитового состава.

К более поздним образованиям отнесены анкеритовые и кальцитовые прожилки с сульфидами (пиритом, халькопиритом, буланжеритом, сфалеритом, марказитом) и гематитом и редкие включения регенерированного настурана. В завершающую стадию формировались прожилки и гнезда гипса, барита, целестина, флюорита, ангидрита.

2.4.3 Минеральный состав руд

Руды комплексные, молибден-урановые. Среднее содержание урана 0,204 %, молибдена – 0,066 %, присутствует таллий – 0,03 %, титан – 0,36 %, молибден урановое соотношение – 0,36 [5]. По характеру распределения минералов руды тонковкрапленные, прожилковые, брекчиевые и представлены настураном, коффинитом, уранофаном, молибденитом и иордизитом. Сопутствующими минералами являются сульфиды железа, меди, цинка, в виде прожилков отмечается апатит.

По химическому составу руды силикатные и среднекарбонатные. Основная масса урана (99,9 %) в прожилковых рудах заключена в оксидах (настуран). Молибден в виде крипточешуйчатых агрегатов молибденита-иордизита характерен для верхних горизонтов, молибденит развит преимущественно на глубине.

Руды контрастные и хорошо обогащаемые радиометрическим методом. Для извлечения урана в раствор составляет 92 % при расходе реагентов 10 %, молибден извлекается практически полностью.

2.4.4 Радиогеохимическая специализация горных пород

В Северо-Казахстанской урановорудной (эндогенной) провинции выделяется несколько эпох формирования геохимически специализированных геологических формаций, обогащённых ураном и торием, включающих в себя рудные поля и месторождения и являющихся источником дальнейшего обогащения этими радионуклидами и продуктами

их распада, как современных образований – почв и донных осадков, так и природных вод (трещинных, грунтовых и поверхностных) и почвенного воздуха газообразными изотопами радона, в основном Rn-222 и Rn-220 (Прил. Б) [10].

Аномально высокие концентрации урана и тория характерны уже для значительных площадей развития допалеозойских гнейсов и сланцев различного состава – урана до 90 Бк/кг и тория – до 140 Бк/кг. В блоках пород этого возраста, сложенных углеродисто-кремнистыми сланцами, содержания урана могут достигать значений сотен и первых тысяч Бк/кг. Площади углеродисто-кремнистых сланцев в пределах различных ландшафтных блоков (в пределах срединного массива) занимают порядка 5-9% от общей площади. Довольно часто в этих породах отмечены и повышенные содержания калия до 5% порядка 1400-1500 Бк/кг по K-40.

Высокая специализация на уран и торий отмечается для гранитоидов силур-девонского и пермского возрастов – активность U-238 в среднем лежит в пределах 75-150 Бк/кг, достигая значений в локальных точках 800-900 Бк/кг; Th-232 – 160-200 Бк/кг с максимальными значениями до 500 Бк/кг. Важной особенностью этих гранитоидов является то, что значительная часть урана находится в так называемой «подвижной», миграционно-способной форме, при этом уран легко выщелачивается из массивов трещинными водами, из кор выветривания – грунтовыми и поверхностными водами. Наиболее высокими концентрациями урана и тория характеризуются более молодые граниты из этого комплекса, являющиеся потенциально рудоносными. К этому же типу можно отнести и вулканогенные образования липаритовой формации с концентрацией урана в среднем 130-140 Бк/кг с максимальными значениями до 350 Бк/кг; тория – в пределах 180-220 Бк/кг.

Границы и структура гранитизированного блока определяются системой региональных ортогональных и диагональных разломов, которые контролируют размещение гранитоидов различного возраста и состава, а

также и специализированных на уран метасоматитов (березитов), обычно сопутствующих образованию месторождения уран-молибденовой формации. Эта система разломов, по которым развиты коры выветривания глубиной десятки метров, представляет собой густую сеть линейных проницаемых структур, по которым осуществляется подток Rn-222 как к поверхности, так и в грунтовые воды. Особенно высокая плотность выявленных аномальных концентраций радона в водах приурочена к территории Северо-Казахстанской возвышенности – в трещинных водах гранитов, в родниках активность достигает величины 2400 Бк/л, в грунтовых водах (колодцы) – до 1300 Бк/л.

3. Эманационная съемка

3.1 Радиоактивные эманации

В результате радиоактивного распада урана образуются новые элементы, одним из которых является радий [3]. Продукты альфа-распада радиоактивных элементов радия (Ra), тория (Th), актиния (Ac), являющиеся химически инертными газами, получили название радиоактивных эманаций.

Эманация радия – радон, тория – торон, актиния – актинон. Торон и актинон находятся в нулевой группе периодической системы элементов и являются изотопами радона.

Радон – радиоактивный химический элемент VIII группы периодической системы Менделеева, имеющий атомный номер 86. Радон относят к инертным газам. При нормальных условиях данный газ не имеет цвета, запаха и вкуса. Радон является сильно токсичным газом, что связано с его радиоактивными свойствами.

Скорости распада радиоактивных эманаций не одинаковы, что является главным критерием для различия эманаций между собой при радиометрических измерениях (табл. 1).

Таблица 1 - Основные константы распада радиоактивных эманаций

Константа	Радон	Торон	Актинон
Период полураспада	3,825 сут.	54,2 сек.	3,92 сек.
Постоянная распада	$2,097 \cdot 10^{-6} \text{ сек.}^{-1}$	$1,27 \cdot 10^{-2} \text{ сек.}^{-1}$	0,177 сек.
Средняя продолжительность жизни	5,518 сут.	78,7 сек.	3,66 сек.

3.2 Эманирование горных пород и распространение радиоактивных эманаций

Различные горные породы, слагающие исследуемый участок земной коры и содержащие то или иное количество радиоактивных элементов, выделяют часть радиоактивных эманаций в окружающую жидкую и газообразную среду [3]. Радиоактивные эманации накапливаются в породах и трещинах горных пород и вследствие диффузии, а также конвекционных потоков, по газопроводящим каналам распространяются в различных направлениях от эманлирующего объекта. Часть радиоактивных эманаций, выделенные на месте или привнесенных в почвенный воздух, участвуют в газовом обмене между почвенным слоем и атмосферой. При этом глубина и скорость газообмена не постоянна во времени и сильно зависят от метеорологических факторов – атмосферного давления, осадков, температуры и скорости ветра.

Концентрация радиоактивных эманаций в почвенном воздухе в первую очередь зависит от двух основных факторов: интенсивности выделения эманации в газообразную среду, определяемую коэффициентом эманирования, и концентрации в близлежащих горных породах радиоактивных элементов.

Коэффициент эманирования, определяющий собой долю выделившейся из эманлирующего тела эманации от всего количества эманации, образовавшейся за от же промежуток времени в этом теле, может колебаться в очень широких пределах.

Наибольшие величины коэффициента эманирования характерны для разрушенных минералов и пород. Плотные, слабо выветрелые горные породы и минералы имеют наименьшее значение коэффициентов эманирования. Таким образом, элювиально-делювиальные отложения, зоны тектонических дроблений, прочие рыхлые образования имеют повышенные концентрации эманаций в почвенном воздухе даже в том случае, если

содержание радиоактивных элементов в этих породах не выходит за пределы нормального.

Резкие изменение коэффициентов эманирования для разных геологических образований обуславливают значительные колебания в почвенном воздухе концентрации эманации. Отсюда следует практический вывод о сложности выделения аномальных значений радиоактивности почвенного воздуха малой величины, вызванных локальными повышениями концентрации радиоактивных элементов.

Содержание радиоактивных элементов в различных горных породах также имеют значительные колебания.

Многочисленными определениями установлено, что кислые изверженные породы обладают повышенной концентраций радиоактивных элементов, в 3-10 раз превышающей концентрацию их в осадочных породах. В кислых изверженных породах принято считать среднее содержание урана $6-8 \cdot 10^{-4} \%$.

Ввиду различных скоростей распада радиоактивных эманаций пределы их распространения в газообразной или жидкой среде весьма различны. Малая продолжительность жизни торона и актинона определяют место нахождения этих эманаций непосредственно вблизи от эманлирующих объектов.

В тоже время радон, средняя продолжительность жизни атомов которого более 5 суток, может распространяться на значительные (до сотен метров) расстояния путем миграции с подземными водами и в почвенном воздухе.

В механизме распространения радона в нормальных геологических условиях основную роль играет диффузия радона по направлениям наименьшей концентрации. В приповерхностном слое почвенного воздуха глубиной до 2-3 м диффузия осложнена переносов эманации, как правило, в вертикальном направлении, под влиянием метеорологических условий. В

этих случаях, по мнению ряда исследователей, пределы распространения радона в заметных количествах не превышают 5-8 м от источника эманирования.

Известно, что месторождения урана (особенно гидротермального генезиса) часто связаны с тектонически ослабленными зонами, трещиноватыми участками вмещающих горных пород, наличием глубоких тектонических нарушений. Эти условия облегчают поступление радона из коренных пород в приповерхностные слои.

Четко заметные превышения (минимум в 3 раза) радиоактивности почвенного воздуха над нормальных фоном следует считать эманационными аномалиями. Эманационные аномалии могут быть различными по площади распространения – от отдельных точек до широких площадей повышено радиоактивности почвенного воздуха.

3.3 Эманационный метод, область и условия его применения

Эманационные аномалии могут быть вызваны в первую очередь повышенными концентрациями радиоактивных элементов, что имеет важное поисковое значение [3]. Аномалии могут быть связаны также с целым рядом иных геологических причин, не имеющих отношение к концентрации радиоактивных элементов. Последние, не имея практической ценности, сильно затрудняют интерпретацию эманационных работ.

Благодаря своей достаточно большой глубинности и очень высокой чувствительности метод эманационной съемки является одним из основных методов для поисков месторождений радиоактивных элементов. Эффективность применения данного метода с этой целью в значительной мере увеличивается в связи с возможностью обнаружения не только непосредственно самих рудных тел, но и широко развитых радиоактивных ореолов рассеяния вокруг рудных тел, погруженных на некоторую глубину под наносами.

Как косвенный метод при поиске месторождений радиоактивных месторождений полезных ископаемых данный метод находит применение при решении отдельных структурно-геологических задач, в частности, при поисках и прослеживании различных тектонических зон или трещин с которыми часто связаны месторождения урана гидротермального типа.

Эманационный метод можно использовать как прямой метод при поисках радиоактивных минеральных вод. Находка последних, в свою очередь, дает косвенно указание на возможность присутствия в этой районе урановых месторождений.

Метод эманационной съемки, как правило, является методом детального изучения площадей, геологических перспективных для нахождения месторождений радиоактивных полезных ископаемых. Также широко метод находит применение для геофизической разведки поверхности месторождений с целью выявления оконтуривания отдельных рудных тел.

Непременным и главным условием для эманационной съемки является наличие на исследуемой площади современных отложений мощностью от 0,5 до 10 м. Наиболее благоприятная для эманационной съемки мощность наносов 1,5-2 м.

Морфология района работ оказывает влияние на эффективность метода: наиболее благоприятны районы со слабо расчлененным рельефом, обеспечивающим сравнительно однородный состав и менее резкие колебания по мощности покрывающих коренные породы наносы. Районы с горным резко расчлененным рельефом менее благоприятны для постановки поисков на основе этого метода в виду крайне неоднородности наносов и тяжелых, вследствие трудной проходимости, условий района работ.

Эффективность эманационного метода практически мало зависит от генетических типов урановых месторождений. Несколько более благоприятными для открытия являются экзогенные месторождения. Гидротермальные месторождения жильной формой рудных тел и высокой

концентрацией радиоактивных элементов в рудных телах, при наличии зоны окисления также обеспечивают достаточно широкие газовые ореолы, хорошо фиксируемые эманационной съемкой. В более редких случаях, когда зоны окисления гидротермальных месторождений отсутствуют, поиски последних данным методом мало эффективны и требуют более густой сети наблюдений.

4 Экологические исследования

4.1 Материалы и методы исследования

На территории прилегающей к урановым шахтам Ишимского месторождения (с. Калачи, пос. Красногорск) в летний период 2016 года были проведены радиоэкологические исследования.

Материалами для изучения радиационных показателей экологической обстановки села Калачи послужили отчёты и протокола радиоэкологических замеров, произведённых на территории села в летний период 2016 года специалистами РГКП НИИ Радиационной медицины и экологии.

Универсальный радиометр-дозиметр «РКС-01-СОЛО», который включает в себя блок детектирования альфа, бета-частиц и блок детектирования гамма-излучения, использовался для определения плотности потока альфа- и бета-частиц, а также для определения мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения.

Точки вышеназванных измерений на исследуемых территориях представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 - Карта проведённых измерений на территории с.Калачи

Всего универсальным радиометром-дозиметром «РКС-01-СОЛО» было произведено 100 измерений: по 40 измерений плотности потока альфа- и бета-частиц (17 измерений в помещении, 23 измерения на улице), 20 измерений мощности эквивалентной дозы (8 измерений в жилых помещениях и 12 – на открытой местности). Измерения проводились в 40 точках села Калачи и близлежащих территорий. Из них: в жилых домах проведено 17 измерений плотности потока альфа, бета частиц, 8 измерений МЭД; на территории административных зданий – 2 измерения плотности потока альфа-, бета- частиц, 2 измерения МЭД, на открытой местности – 21 измерение плотности потока альфа-, бета- частиц и 10 измерений МЭД. Все замеры были выполнены в соответствии с установленными сертифицированными методиками для используемого оборудования.

Используемое оборудование при измерении ЭРОА радона - радиометр радона и его дочерних продуктов распада «РАМОН-02» совмещённый с «РАМОН-РАДОН-01» в едином корпусе.

Объём произведённых измерений представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры и объёмы измерений ЭРОА радона на территории села Калачи

Измеряемый параметр	Объём измерений
Объёмная активность радона в жилых помещениях	19 измерений
Объёмная активность радона в подвальных помещениях	12 измерений
Объёмная активность радона в погребах (вне жилых зданий)	2 измерений
Объёмная активность радона в огородах/заброшенных зданиях	17 измерений
Всего	50 измерений

Всего было произведено 50 измерений ЭРОА радона в 34 отдельных точках села Калачи и близлежащих территорий. Из них 31 измерение – в жилых домах (включая замеры в подвальных помещениях (при наличии таковых), комнатах постоянного пребывания). В 15 точках определение уровня ЭРОА радона осуществлялось на территории приусадебных и огородных участков. Все замеры проводились в соответствии с установленными сертифицированными методиками для используемого оборудования.

На рисунке 8 представлена карта с точками произведённых замеров. Выбор точек осуществлялся с учётом ранее полученных данных для наиболее полного охвата по адресам за весь период исследований.



Рисунок 8 - Карта точечных замеров объёмной активности радона

Материалами для изучения нерадиационных показателей экологической обстановки села Калачи послужили отчеты и протокола измерений, проведенных в период марта 2013 – октября 2014 гг. на территории села специалистами:

ГУ «Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области, Управления Государственного санитарно-эпидемиологического надзора по Есильскому району, РГКП «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга».

Измеряемые параметры и объемы проведенных измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Объем измерений нерадиационных показателей экологической обстановки

Измеряемый параметр	Объем измерений	Количество ингредиентов
Ядохимикаты в воде	3 пробы	3 органических соединения
Ядохимикаты в продуктах питания	7 проб	5 органических соединений
Органические соединения на открытом воздухе	27 измерений в 3 точках	3 органических соединения
Органические соединения в воздухе жилых помещений	239 измерений в 17 точках	5 органических соединений
Неорганические соединения на открытом воздухе	26 измерений в 3 точках	8 неорганических соединений
Неорганические соединения в воздухе жилых помещений	33 измерения в 11 точках	9 неорганических соединений
	241 измерение в 9 точках	2 неорганических соединения

4.2 Радиозэкологическая обстановка на территории Ишимского месторождения и прилегающих территориях

В границы Акмолинской области практически полностью входит крупнейшая в республике Северо-Казахстанская урановорудная провинция эндогенного типа. Интенсивное промышленное освоение провинции началось с середины 50-х годов XX века, практически одновременно с её выявлением и началом массовых геологоразведочных работ в Казахстане. В области вызвано повышенное внимание к состоянию радиационной обстановки (Прил. В) [6]. В настоящее время степень радиационной опасности в её пределах определяется следующими основными региональными и локальными факторами:

1. Высокая степень геохимической специализации пород на уран и торий – в северо-западном блоке. Они могут занимать до 10-15% от общей площади; активность урана-238 до 190 Бк/кг (среднее – 150 Бк/кг), тория-232 до 240 Бк/кг (среднее – 185 Бк/кг).

2. Высокая активность радона-222 в подземных трещинных и грунтовых водах – до 400 Бк/л.

3. Многочисленные рудные узлы площадью до 100 кв.км с крупными месторождениями урана; активность урана и тория в первичных и вторичных ореолах в их пределах – сотни и до первых тысяч Бк/кг.

4. Отвалы радиоактивных пород, образовавшиеся при отработке месторождений урана.

5. Высокая радиоактивность природных вод.

6. Высокая активность почв и атмосферной пыли.

В пределах центральной части области (Северо-Казахстанская возвышенность) на площадях с широким развитием гранитоидов с повышенной активностью урана, широко развиты грунтовые воды с высокими концентрациями Rn-222 в колодцах (до 1400 Бк/л). Это создает предпосылки как для поступления Rn-222 в воздух помещений с водами

питьевого хозяйственного назначения, так и для образования аномальных потоков радона в атмосферу из грунтовых вод через вышележащие горизонты, обычно небольшой мощности.

Высокие активности радона из трещинных вод (до 2300 Бк/л) могут поступать по интенсивно переработанным, хорошо проницаемым тектоническим зонам в почвенный воздух и далее – в помещения.

Эти источники радона-222 в совокупности с высокими концентрациями Ra-226 (предшественник радона) непосредственно в почвах и грунтах проектируемого контура освоения при несоблюдении необходимых радиозэкологических требований к качеству строительства, устройству вентиляции и т.п., приводят к накоплению радона в воздухе помещений в недопустимых масштабах.

4.3 Нерадиационные показатели исследуемых территорий

Результаты измерений концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе и пределы допустимых концентраций (ПДК) приведены в таблице 4 [34].

Анализ данной таблицы позволяет сделать вывод: результаты 18 из 21 исследуемых параметров атмосферного воздуха ниже предельно допустимых концентраций. Выявлено превышение озона в 1,3-4,3 раза над ПДК в 6 точках из 17 исследуемых (35%), превышение оксида углерода в 1,3-2 раза над ПДК в 5 точках из 19 исследуемых (26%), превышение содержания ацетона на 2 порядка в 9 точках из 19 исследуемых (47%).

В результатах проведенных измерений с 17.09 по 5.10.2014 г. выделяются крайне высокие уровни содержания ацетона, с превышениями ПДК до 2 порядков. Необходимо отметить, что ацетон относится к IV классу опасности и способен воздействовать на организм, вызывая слабый наркотический эффект. Кроме того, для него характерна высокая пожароопасность. Высокие уровни содержания ацетона также способствуют

увеличению содержания оксида углерода. Превышения ПДК по ацетону на 1-2 порядка наблюдались с 24.10 по 5.10 практически во всех точках, за исключением детской площадки по ул. Ленина. Все превышения ПДК по оксиду углерода (в 4 из 10 точек), пришлось на одну дату – 5.10.2014.

Таблица 4 – Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе села Калачи (по материалам ГУ «Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области, Управления Государственного санитарно-эпидемиологического надзора по Есильскому району)

№	Определяемое вещество	ПДК, мг/м ³	Результаты измерений, мг/м ³
1	Углерода оксид	5	0,08-10
2	Углерода диоксид	нн*	67-2240
3	Бензол	0,3	0,001-0,09
4	Метан	50	0,1-13
5	Сероуглерод	0,03	0,001-0,00985
6	Стирол	0,04	0,001-0,005
7	Формальдегид	0,035	Не обн. -0,015
8	Азота оксид	0,4	0,001-0,008
9	Азота диоксид	0,04	0,001-0,02
10	Сероводород	0,008	0,00014-0,003
11	Озон	0,03	0,0002-0,13
12	Ксилол	0,02	0,001-0,015
13	Метилбензол	0,6	0,003-0,05
14	Ацетон	0,35	0,001-76
15	Углеводороды нефти	1	0,0001
16	Сернистый ангидрид	нн*	0,00013-0,0855
17	Аммиак	0,2	0,001
18	Свинец	0,001	0,000012-0,000018
19	Этил меркаптан	0,00005	не обнаружен
20	Метил меркаптан	0,0001	не обнаружен
21	Ртуть	нн*	не обнаружен

Примечание: *нн - не нормируется

При этом прослеживается общая картина повышения и понижения уровня содержания ацетона по дням во всех контрольных точках, что наглядно представлено на рисунке 9.



Рисунок 9 – Среднее содержание ацетона в воздухе по 10 контрольным точкам в с. Калачи с 24 сентября по 5 октября 2014 года

Повышенные содержания ацетона, озона и оксида углерода, зафиксированы в краткосрочный период и имеют залповый характер выхода. Вероятно, образование данных газов происходит в результате физико-химических процессов, происходящими в шахтах (так называемый радиолиз). Радиолиз вещества - это химическое превращение, протекающие в нем под действием ионизирующей радиации.

На участках земной коры, обладающих повышенной радиоактивностью и водонасыщенностью, создаются благоприятные условия протекания природных радиолитических процессов [35]. Геохимические эффекты, связанные с радиолизом подземных вод, наиболее отчетливо проявляются в восстановительной обстановке зон затрудненного и весьма затрудненного водообмена (Вовк, 1979). Здесь нередко наблюдаются в воде неожиданно высокие концентрации кислорода, сульфатов, растворенного урана, не соответствующие физико-химическим условиям среды.

Для того чтобы природные радиолитические процессы давали заметный эффект, необходимо поглощение водой доз ионизирующего излучения, достаточных для ее радиолитического разложения.

Продукты радиолиза воды, реагируя с химическими элементами, находящимися в низких степенях окисления, будут окислять их, восстанавливая те, которые находятся в высших степенях окисления. В результате должны измениться подвижность элементов и интенсифицироваться их обмен в системе порода - вода.

4.4 Результаты радиоэкологических исследований на территориях, прилегающих к урановым шахтам Ишимского месторождения

На территории прилегающей к урановым шахтам Ишимского месторождения (с. Калачи, пос. Красногорск) в летний период 2016 года были проведены радиоэкологические исследования.

Разброс и средние значения результатов измерений плотности потока альфа- и бета-частиц, мощности экспозиционной дозы в жилых помещениях и в окружающей среде с. Калачи, п. Красногорск приведены в таблице 5.

Согласно Приказу министра охраны окружающей среды РК, уровень безопасных величин мощности экспозиционной дозы для тела человека, когда «радиационный фон в норме» находится до 0,2 мкЗв/час (или 2 мкР/час). Верхний предел допустимой мощности дозы – 0,5 мкЗв/час (или 5 мкР/час) [8].

Из 8 измерений мощности экспозиционной дозы в жилых помещениях не было зафиксировано превышения предельно-допустимой нормы, максимальный показатель составил 0,197 мкЗв/час, что соответствует нормативу. Значение мощности экспозиционной дозы в с. Калачи и п.

Красногорск находится в пределах нормы и варьируется от 0,064 мкЗв/час до 0,197 мкЗв/час.

Таблица 5 - Разброс и средние значения результатов измерений плотности потока альфа- и бета-частиц (частиц/мин*см²), МЭД (мкЗв/ч) в исследуемых точках на территории с. Калачи, п. Красногорск

Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение
Альфа-частицы (в жилых помещениях)	17	0,003-0,492	0,149
Альфа-частицы (вне жилых помещений)	23	0,003-2,837	0,798
Бета-частицы (в жилых помещениях)	17	0,710-12,852	4,149
Бета-частицы (вне жилых помещений)	23	0,284-15,694	3,943
Мощность экспозиционной дозы (в жилых помещениях)	8	0,064-0,197	0,115
Мощность экспозиционной дозы (на открытом воздухе)	12	0,124-12,367	2,814

Превышение мощности экспозиционной дозы было зафиксировано вблизи урановых шахт. Максимальная мощность экспозиционной дозы была зафиксирован на кургане вблизи урановой шахты №2 и составил 12,367 мкЗв/час, что превышает предельно допустимую норму в 27,7 раза. Урановые шахты были засыпаны более 20 лет назад, однако они до сих пор оказывают неблагоприятное воздействие на радиозэкологическую обстановку в крае.

Из 17 замеров плотности потока альфа-частиц в жилых помещениях, наибольшая плотность частиц составила 0,492 альфа-частиц/мин*см² (улица Ленина 19/2). Из 23 замеров плотности потока альфа-частиц вне жилых

помещений, наибольшая плотность частиц составила 2,837 альфа-частиц/мин*см² (руины вблизи урановой шахты 1), это в 5,8 раз больше, чем плотность потока в жилых помещениях.

Разброс результатов замеров плотности потока альфа-частиц составляет от 0,003 альфа-частиц/мин*см² до 2,837 альфа-частиц/мин*см² (показания на руинах у шахты №1). Разница в плотности оседания потока альфа-частиц между минимальным и максимальным показанием значительна, максимальное значение превышает минимальный показатель в 946 раз.

При измерении плотности потока бета-частиц в жилых помещениях, максимум составил 12,852 бета-частицы/мин*см². В окружающей среде максимальный показатель составил 15,694 бета-частицы/мин* см². Различие величин бета-частиц в жилых помещениях с постоянным проживанием людей и вне жилых помещений (в окружающей среде) незначительно, плотность оседания бета-частиц в окружающей среде больше в 1,2 раза. Плотность потока бета-частиц составляет от 0,284 бета-частиц/мин*см² до 15,694 бета-частиц/мин*см² (показания около урановой шахты №1). Разница в плотности оседания потока бета-частиц между минимальным и максимальным показанием значительна, максимальное значение превышает минимальный показатель в 55,2 раза.

Объём и результаты исследований эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений и сельскохозяйственных участков села Калачи приведены в таблице 6.

Согласно гигиеническому нормативу , утвержденному постановлением правительства Республики Казахстан, в эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³ [12].

Таблица 6 - Объем и результаты измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона (Бк/м³) в исследуемых точках на территории с.Калачи

Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение
Жилые комнаты	19	23 - 888	152
Подвалы	12	285 - 9407	2678
Погреб (вне зданий)	2	2839-3463	3151
Огороды	17	2 - 58	18

В воздухе жилых и подвальных помещений повсеместно наблюдаются случаи накопления радона в концентрациях, многократно превышающих ПДК. Для жилых помещений этот показатель составил 21 %, тогда как в погребах и подвалах высокая (> 200 Бк/м³) концентрация радона наблюдалась в 100% случаев. При сопоставлении данных с результатами исследований 2015 года можно увидеть более высокие пиковые показатели обнаруженных концентраций (> 9000 Бк/ м³), а также повышение среднего уровня объёмной активности радона, что в значительной степени зависит от погодных условий и сезонных колебаний выбросов Rn-222. Однако в целом ситуация остаётся неблагоприятной.

Помимо очень высоких концентраций радона в подвальных помещениях также было зафиксировано значительное выделение торона, хотя его период полураспада составляет меньше минуты. Данный факт объясняется наличием примесей тория в урановых месторождениях грунтовых пород.

На рисунке 10 представлен сравнительный график уровней объёмной активности радона, распределённых по точкам проведения замеров в воздухе жилых помещений и в соотношении с ПДК.



Рисунок 10 - Уровень ЭРОА радона в воздухе жилых помещений села Калачи в летний период 2016 г

Как видно из графика, в отдельных точках обнаружено многократное превышение нормы, тогда как в большей части жилых помещений зафиксированная объёмная активность радона находится в пределах максимально допустимых концентраций. При этом в 26% случаев ЭРОА радона превышает 100 Бк/м³, тогда как на большей части территории Казахстана этот показатель в 2 раза меньше [12]. Однако сравнительно с исследованиями 2015 года (53% случаев) данный показатель существенно снизился. Также следует принимать во внимание залповый характер выбросов радона – отдельные пики значений, во много раз превышающие ПДК.

На рисунке 11 отображён график корреляционной зависимости уровней накопления ЭРОА радона в воздухе жилых и подвальных помещений села Калачи.

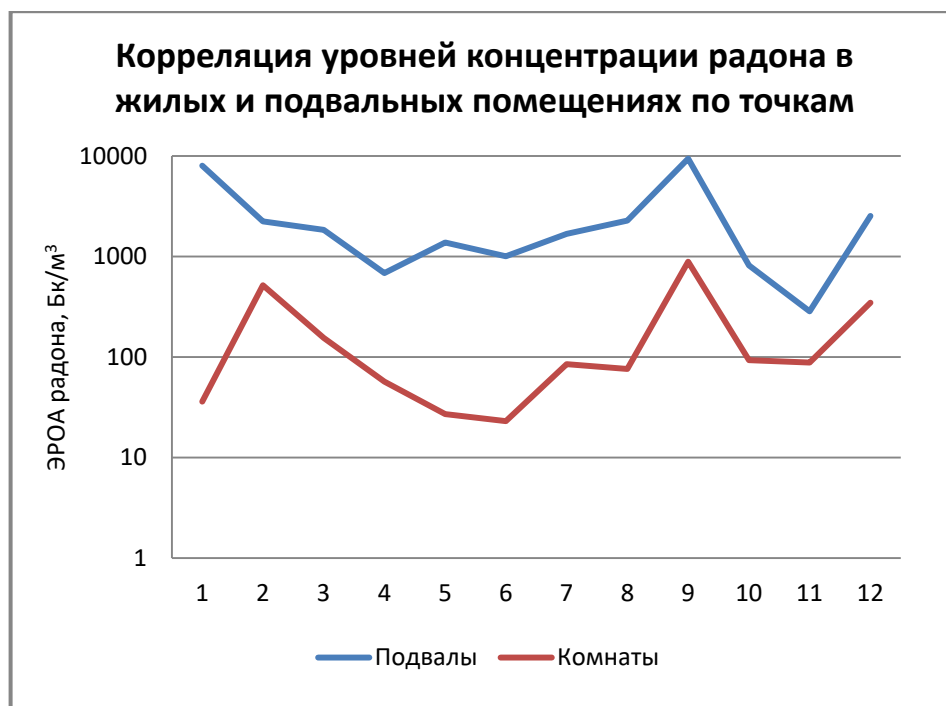


Рисунок 11 - Корреляционная зависимость уровней накопления ЭРОА радона в воздухе жилых и подвальных помещений села Калачи

На данном сравнительном графике наглядно прослеживается корреляция значений по точкам, что естественно связано с особенностями распространения этого радиоактивного газа; при этом содержание радона в воздухе подвальных помещений в среднем десятикратно превышает аналогичные показатели в жилых комнатах, что обусловлено его летучестью, а также тем фактом, что при комнатной температуре радон является одним из самых тяжёлых газов. При этом следует учитывать значительную временную динамику колебаний ЭРОА радона в воздухе.

Как и в воздухе жилых помещений, в подвалах наблюдаются повышенные концентрации радона со средним значением в 2678 Бк/м^3 , что в 17,6 раза выше средних показателей ЭРОА радона в жилых комнатах и многократно превышает результаты аналогичных показателей, полученных в осенний период измерений (290 Бк/м^3).

Что касается уровней содержания радона в огородах и на приусадебных участках, где он быстро рассеивается, здесь показатели

сравнительно низкие, в среднем составляющие 18 Бк/м³. Вместе с тем даже на открытом воздухе наблюдался существенный разброс значений концентрации радона (двух-, трёхкратный и более), при том что измерения осуществлялись с короткими промежутками времени и в схожих погодных условиях.

По результатам проведённых измерений наблюдается залповый характер выбросов радона, что согласуется с ранее полученными данными. Многократные превышения ПДК ЭРОА радона в исследованных жилых помещениях оказывают прямое влияние на суммарную дозу облучения населения. При этом средний уровень объёмной активности радона в большей части жилых домов находится в пределах нормы. В погребах и подвалах содержание радона колеблется в широких пределах со значительно более высокими средними значениями концентрации на кубометр. На открытом воздухе объёмная активность радона достаточно низка.

4.5 "Сонная болезнь"

С 22 марта 2013 жители села Калачи начали обращаться в амбулаторию с одинаковыми симптомами: слабость, сонливость, головокружение, нарушение координации движений и частичная потеря памяти [8]. В первые два месяца за помощью обратились около десяти человек в возрасте от 14 до 70 лет.

Наблюдалась нетипичная клиническая картина заболевания. Врачи поставили диагноз «энцефалопатия неясной этиологии». Точный диагноз заболевшим не был поставлен. По утверждению местных врачей, такие симптомы у селян регистрировались и ранее, но это были единичные, а не массовые случаи. Через 3-4 дня после начала лечения (внутривенное вливание глюкозы с аскорбиновой кислотой, пирацетам) состояние пациентов приходило в норму. Периоды засыпания условно разделены на «волны» и представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Периоды засыпания условно разделенные на «волны»

Волны заболевших	Период	Случаи проявления «сонной болезни»
1	март-май 2013	11
2	декабрь 2013 - январь 2014	17
3	февраль 2014	13
4	апрель-май 2014	8
5	август-сентябрь 2014	12
6	октябрь 2014	8
7	ноябрь 2014	16
8	декабрь 2014 – январь 2015	68
9	март 2015	20
Всего	март 2013 – март 2015	173

Всего зарегистрировано 9 волн и 173 случая заболевших. Здесь следует отметить, что не все, почувствовавшие недомогание, обращались за медицинской помощью и проходили амбулаторное лечение. В отдельных случаях симптомы были невыраженными и достаточно быстро проходили, поэтому суммарное число зарегистрированных заболевших может несколько отличаться в разных источниках.

Согласно полученным сведениям, наблюдались случаи повторного засыпания (до 4 и более раз); в общей сложности повторное заболевание зафиксировано у 30 человек. В Красногорске также зафиксированы случаи «сонной болезни», но в гораздо меньших масштабах, чем в Калачах (8 случаев). С начала 2015 года зафиксированы признаки «сонной болезни» и в селе Берёзовка (около 1000 км от с. Калачи), появившиеся после массового отравления учащихся местной школы. Данное село располагается вблизи крупного месторождения газа.

За первый год изучения «сонной болезни» в селе Калачи было проведено около 7000 исследований всех факторов, которые могли являться причиной возникновения симптомов энцефалопатии.

Исследования в селе Калачи проводились специалистами НИИ Радиационной медицины и экологии [РМиЭ] (г. Семей) при содействии учёных Томского политехнического университета (ТПУ); сотрудниками Национального ядерного центра (НЯЦ), Института радиационной безопасности и экологии (ИРБЭ) (г. Курчатов); а также местных медиков Акмолинской области с привлечением специалистов Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний МЗиСР РК (г. Караганда). Также велись исследования на базе Научно-практического центра санэпидэкспертизы и мониторинга г. Алматы, в которых принимали участие и другие специалисты, включая межведомственную рабочую группу, в состав которой входили представители министерств энергетики, здравоохранения и соцразвития, внутренних дел, нацэкономики, Комитета национальной безопасности, акимата области, а также представители научно-исследовательских институтов.

В течение двух лет в рамках комплексных медико-экологических исследований токсикологами, экологами, радиологами и вирусологами проводились подворовые обходы, анкетирование жителей, обследование воздуха, растительности и продуктов питания, почвы и воды; проведение их радионуклидного анализа; замеры радиационного фона – отклонений по нормам не обнаружено. Отравлений тяжёлыми металлами не найдено.

Также были проведены эпидемиологические обследования, отбор биосубстратов человека. Помимо этого проводились психологические тесты (диагноз обследуемых – здоровы), анализы слюны, неоднократный отбор проб волос.

После проведения многочисленных исследований гипотезы о токсическом отравлении, радиационном воздействии, токсическом

воздействии угарного газа, летаргическом энцефалите, психогенном воздействии не подтвердились.

По одной из версий причиной «сонной болезни» в селе Калачи может быть газ радон. Концентрация радона в селе Калачи выше нормы. В данном случае радон проявляет себя как наркотическое вещество.

Со второй половины 2015 года случаев проявления «сонной болезни» в селе Калачи не наблюдается. Но на данной территории все еще проходят радиоэкологические исследования с целью выявления причин «сонной болезни».

Учитывая отсутствие новых зарегистрированных случаев проявления синдрома «сонной болезни» среди жителей села Калачи можно сделать вывод, что повышенная концентрация радиоактивного газа, безусловно, оказывает негативное воздействие на здоровье населения, но очевидно не является единственной и достаточной причиной для возникновения синдрома.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Сметная стоимость выполнения работ

5.1.1. Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ

В рамках выполнения геоэкологического исследования на территории декультивированных урановых шахт Есильского района Акмолинской области Республики Казахстан проводятся:

- геоэкологические полевые исследования в летний период (опробование компонентов природной среды, инструментальные замеры на местности),
- лабораторные работы (подготовка проб, проведение лабораторных анализов),
- камеральные работы (обработка результатов исследований, в том числе с помощью компьютера; составление отчета).

Линейный график выполнения работ представлен в таблице 8. Виды, условия и объёмы работ представлены в таблице 9.

Таблица 8 - Линейный календарный план проведения работ

Наименование работ	сутки	Год / Месяц											
		2016						2017					
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4		
полевые													
лабораторные													
камеральные													

Таблица 9 - Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	2	3	4	5	6
1	Атмосферохимические исследования с отбором проб воздуха	проб	20	Масштаб опробования 1:25000 с разряжением, категория проходимости - 2	Мультигазовый монитор, газоанализатор, газовый аспиратор

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6
2	Гидрогеохимическое исследование	проб	10	Отбор проб осуществляется в природных водоемах и в скважине питьевой воды	Пластиковые бутылки
3	Литогеохимические исследования	проб	20	Масштаб опробования 1:25000 с разряжением, категория проходимости – 2	Пробоотборная лопата, крафтовые пакеты, полиэтиленовые мешки, коробки
4	Биогеохимические исследования	проб	20	Масштаб опробования 1:25000 с разряжением, категория проходимости - 2	Садовые ножницы, полиэтиленовые мешки, перчатки
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения	замер	160	Масштаб опробования 1:25000. категория проходимости - 2	Радиометр, гамма-спектрометр, дозиметр
6	Лабораторные исследования	анализ	70	Спектральный анализ проб	Лабораторное оборудование
7	Камеральные работы	проб	230	Ручная работа, компьютерная обработка материала	Компьютер

5.1.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Порядок расчет затрат времени на геоэкологические работы определяют следующие нормирующие документы: «Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и «Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН-93. Выпуск 2. Геоэкологические работы» [27]. Из этого справочника взяты следующие данные: норма длительности проведения определенного вида эколого-геохимических работ, выраженная на единицу продукции; коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$t=Q*N_g*K,$$

где Q – объем работ;

N_g – норма времени;

K – коэффициент к норме.

Затраты времени на проведение каждого вида геоэкологических работ представлены в таблице 10.

**Таблица 10 - Расчет затрат времени на геоэкологические исследования
(с учетом отбора проб для контроля)**

№ п/п	Виды работ	Объем работ		Норма длительности	Коэф	Нормативный документ ССН-93, вып.2.	Итого, чел.-Смена
		Ед.изм	Кол-во				
1	Атмогеохимические исследования с отбором проб воздуха	10 проб	20	3,28	1	Пункт 2.4.4. Статья 102	6,56
2	Гидрогеохимическое исследование	10 км маршрута	10	2,15	1	Таблица 40 Строка 5 Столбец 3	2,15
3	Литогеохимические исследования	100 площадь док	20	6,66	1	Таблица 27 Строка 1 Столбец 7	1,33
4	Биогеохимические исследования	100 площадь док	20	5,91	1	Таблица 41 Строка 2 Столбец 2	1,18
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения на сельской территории	100 км маршрута	80 проб на 50 км	2,43	1	Таблица 128 Строка 2 Столбец 3	1,22
6	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения на внутривдлровой территории	100 км маршрута	80 проб на 50 км	5,36	1	Таблица 128 Строка 3 Столбец 3	2,68
7	Лабораторные исследования	анализ	70	Работа специалистов лаборатории			
8	Полевые камеральные работы	100 проб	230	0,41	1	Таблица 54 Строка 1 Столбец 3	0,94
9	Камеральная обработка материалов эколого-геохимических работ (без использования ЭВМ)	1000 проб	230	21,2	1	Таблица 59 Строка 3 Столбец 4	4,88
10	Камеральная обработка материалов эколого-геохимических работ (с использованием ЭВМ)	1000 проб	230	41,1	1	Таблица 61 Строка 3 Столбец 4	9,45
Итого:							30,39

Расчет затрат труда проводится согласно ССН-93 в соответствии с типовым составом производственных групп при проведении определенного вида геоэкологических работ (таблицы 21, 53, 127) и с учетом параграфов 50, 116, 127, 374, определяющих затраты труда (в чел.-сменах) каждого исполнителя в производственной группе.

Затраты труда на проведение каждого вида геоэкологических работ представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет затрат труда на геоэкологические исследования, чел.-смена

№ п/п	Виды работ	Наименование должностей, профессий и количество исполнителей			
		Геоэколог	Техник-геоэколог	Рабочий 3 разряда	Рабочий 2 разряда
1	Атмогеохимические исследования с отбором проб воздуха	-	6,56	6,56	-
2	Гидрогеохимическое исследование	2,15	-	2,15	2,15
3	Литогеохимические исследования	1,33	-	1,33	1,33
4	Биогеохимические исследования	1,18	-	1,18	1,18
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения на сельской территории	1,22	1,22	-	-
6	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения на внутривдлровой территории	2,68	2,68	-	-
7	Лабораторные исследования	Работа специалистов лаборатории			
8	Полевые камеральные работы	0,94		0,94	0,94
9	Камеральная обработка материалов эколого-геохимических работ (без использования ЭВМ)	4,88	4,88	-	-
10	Камеральная обработка материалов эколого-геохимических работ (с использованием ЭВМ)	9,45	9,45	-	-
	Итого	23,83	24,79	12,16	5,6

5.1.3 Расчет затрат на приобретение расходных материалов

В соответствии со ССН-93 в таблице 12 представлено: наименование расходных материалов, необходимых для выполнения геоэкологических работ, нормы их расхода, а также представлены результаты расчета затрат на расходные материалы. В таблице 13 представлен расчет затрат на ГСМ.

Таблица 12 - Расчет затрат на приобретение расходных материалов

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Все полевые геохимические работы				
Бумага оберточная	Кг	36	2,36	84,96
Книжка этикетная	Пачка	22	1,003	22,07
Блокнот	шт.	80	14	1120
Маркер	шт.	30	28	840
Скотч	шт.	70	14	980
Ручка шариковая	шт.	20	28	560

Продолжение таблицы 12

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Гидрогеохимические работы				
Пластиковая бутылка	шт.	4,3	10 (по факту)	43
Лито- и биогеохимические работы				
Мешок для образцов	шт.	20	38	760
Полиэтиленовый пакет	шт.	2	703	1406
Крафтовый пакет	шт.	7,4	20 (по факту)	148
Итого				5964,03

Таблица 13 – Расчет затрат на ГСМ

Наименование автотранспортного средства	Общая протяженность маршрута, км	Расход бензина, л/км	Стоимость бензина за литр, руб.	Сумма, руб.
УАЗ	2400	0,12	34,00	9792,00
Итого				9792,00

5.1.4 Расчет затрат на проведение лабораторных работ

Лабораторные исследования проводятся на базе центра коллективного пользования ТПУ. Калькуляция стоимости приведена по производственным документам данного центра. Стоимость лабораторных работ отображена в таблице 14.

Таблица 14 - Расчёт затрат на проведение лабораторных работ (подрядные работы)

№ п/п	Метод анализа	Объем		Стоимость, руб.	Итого, руб.
		Ед.изм.	Кол-во		
1	Атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой	проба	30	2500	75000
2	Гамма-спектрометрия	проба	20	150	3000
3	Гамма-радиометрия	проба	20	150	3000
	Итого		70		81000

5.1.5 Расчет затрат на проведение полевых и камеральных работ

Нормы основных расходов на различные виды работ при проведении геоэкологических исследований представлены в таблице 15 (согласно сборнику норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР-93. Выпуск 2. Геолого-экологические работы).

Таблица 15 - Нормы основных расходов при геолого-экологических исследованиях (в рублях на один месяц работы производственной группы)

№ п/п	Вид работ	Нормативный документ СНОР-93 Выпуск 1	Всего основных расходов	В том числе			
				Затраты на оплату труда	Отчисления на социальные нужды	Материальные затраты	Амортизация
1	Атмогеохимические исследования с отбором проб воздуха	Таблица 3 Строка 8	36806	19253	7509	3018	7026
2	Гидрогеохимическое исследование	Таблица 4 Строка 2	69857	28134	10972	29942	809
3	Литогеохимические исследования	Таблица 3 Строка 1	34088	22123	8628	2971	366
4	Биогеохимические исследования	Таблица 3 Строка 3	34003	22120	8627	2890	366
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения	Таблица 19 Строка 3	135432	53842	21003	37206	23411
6	Полевые камеральные работы	Таблица 7 Строка 5	92716	64632	25207	2877	-
7	Окончательные камеральные работы	Выпуск 1 Ч.3,т.1, стр.37	93981	67612	26369	-	-

Принятые поправочные коэффициенты:

- районный коэффициент к з/плате – 1,3;
- коэффициент к отчислениям на социальные нужды – 1,5;
- ТЗК к материальным затратам и оборудованию – 1,18;
- ТЗК к амортизации – 1,18.

Расчет основных расходов на проведение геоэкологических работ с учетом поправочных коэффициентов приведен в таблице 16. Пересчет основных расходов в месяц на сумму расходов за смену проведен учитывая, что среднемесячное число рабочих дней при шестидневной рабочей неделе составляет 24,5 дней.

Таблица 16 - Расчёт стоимости основных расходов (на один месяц / одну смену работы производственной группы)

№ п/п	Вид работ	Затраты на оплату труда	Отчисления на социальные нужды	Материальные затраты	Амортизация	Всего, руб.	
						Месяц, руб.	Смена, руб.
1	Атмогеохимические исследования с отбором проб воздуха	25028,9	11263,5	3561,24	8290,68	48144	1965
2	Гидрогеохимическое исследование	36574,2	16458	35331,56	954,62	89318	3646
3	Литогеохимические исследования	28759,9	12942	3505,78	431,88	45640	1863
4	Биогеохимические исследования	28756	12940,5	3410,2	431,88	45539	1859
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения	69994,6	31504,5	43903,08	27624,98	173027	7062
6	Полевые камеральные работы	84021,6	37810,5	3394,86	-	125227	5111
7	Окончательные камеральные работы	87895,6	39553,5	-	-	127449	5202

Учитывая затраты времени на выполнение отдельных видов геоэкологических работ (таблица 10) можно рассчитать полную сметную стоимость каждого вида работ (таблица 17).

Таблица 17 - Расчет полной сметной стоимости основных расходов на выполнение работ

№ п/п	Вид работ	Расчетная стоимость, руб/смена	Затраты времени, чел.-смена	Полная сметная стоимость, руб.
1	Атмогеохимические исследования	1965	6,56	12891
2	Гидрогеохимическое исследование	3646	2,15	7838
3	Литогеохимические исследования	1863	1,33	2478
4	Биогеохимические исследования	1859	1,18	2193
5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения	7062	3,9	27543
6	Полевые камеральные работы	5111	0,94	4805
7	Окончательные камеральные работы	5202	14,33	74545

5.1.6 Расчет сметной стоимости работ

Расчет стоимости на проектно-сметные работы (таблица 18) выполняется на основании данных организации, составляющей проектно-сметную документацию. Оклады специалистов, выполняющих

геоэкологические работы, приняты согласно приложению 1 к приказу ректора ТПУ от 01.10.2013 г.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = (\text{Окл} \cdot Т + П) \cdot К,$$

где ЗП – заработная плата;

Окл – оклад по тарифу (руб.);

Т – отработано дней (затраты труда – таблица 11);

П – премия;

К – коэффициент районный (1,3).

$$\text{ДЗП} = ЗП \cdot 7,9\%,$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (руб.).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП},$$

где ФЗП – фонд заработной платы (руб.).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} \cdot 30\%,$$

где СВ – страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ},$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (руб.).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + М + А + К,$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ (руб.);

М – затраты на материалы = 4% от ФЗП;

А – амортизация = 2% от ФЗП;

К – затраты на командировки = 2% от ФЗП.

Таблица 18 - Сметно-финансовый расчет на выполнение геоэкологических работ

№	Статьи основных расходов	Загрузка	Оклад за месяц	Премия	Районный коэффициент	Итого
1	2	3	4	5	6	7
Основная з/п (ЗП)						
1	Геоэколог	1	25286	0,4	1,3	46021
1.1	Техник-геоэколог	1	18926	0,3	1,3	31985
1.2	Рабочий 2 разряда	0,5	14584	0,2	1,3	11376
1.3	Рабочий 3 разряда	0,25	12375	0,2	1,3	4826
Итого:						94208
2	ДЗП (7.9% от ЗП)					7442
3	ФЗП= ЗП+ДЗП					101650
4	СВ (30% от ФЗП)					30495
5	ФОТ= ФЗП+СВ					132145
6	Материалы (4% от ФЗП)					4066
7	Амортизация (2% от ФЗП)					2033
8	Командировки (2% от ФЗП)					2033
Итого СПР:						140277

Общая сметная стоимость работ по проекту: «Геоэкологические исследования на территории декультивированных урановых шахт Есильского района Акмолинской области Республики Казахстан» (таблица 19) оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на А (собственно геоэкологические работы) и Б (сопутствующие работы).

На эту базу начисляются проценты, обеспечивающие организацию и управление работ по проекту, так называемые расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Расходы на организацию полевых работ составляют 1,5 % от суммы расходов на полевые работы. Расходы на ликвидацию полевых работ – 0,8% суммы полевых работ. Расходы на транспортировку грузов и персонала – 5% полевых работ.

Накладные расходы составляют 20% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 9,4% суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3 до 6%.

Таблица 19 - Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ по проекту

№ п/п	Наименование работ и затрат	Полная сметная стоимость, руб.
I	ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	357785
A	Собственно геоэкологические работы	354898
1	Сметно-финансовые затраты (таблица 11)	140277
2	Полевые работы (таблица 10)	57748
2.1	Атмогеохимические исследования	12891
2.2	Гидрогеохимическое исследование	7838
2.3	Литогеохимические исследования	2478
2.4	Биогеохимические исследования	2193
2.5	Гамма-радиометрические и гамма-спектрометрические измерения	27543
2.6	Полевые камеральные работы	4805
3	Организация и ликвидация полевых работ	1328
3.1	Организация полевых работ (1,5% от ПР)	866
3.2	Ликвидация полевых работ (0,8% от ПР)	462
4	Лабораторные работы	81000
4.1	Спектральный анализ (таблица 7)	81000
5	Камеральные работы	74545
5.1	Окончательные камеральные работы (таблица 10)	74545
Б	Сопутствующие работы	2887
6	Транспортировка груза и персонала (5% от ПР)	2887
II	Накладные расходы (20% от ОР)	71557
III	Плановые накопления (9,4% от ОР+НР)	40358
IV	Компенсированные затраты	46513
	Производственные командировки (0,5% от ОР)	1789
	Полевое довольствие (3% от ОР)	10734
	Доплаты и компенсации (8% от ОР)	28623
	Премии (1,5% от ОР)	5367
V	Прочие затраты	15756
	Приобретение расходных материалов (таблица 5)	5964
	ГСМ (таблица 6)	9792
VI	Резерв (3% от ОР)	10734
	ВСЕГО ПО ОБЪЕКТУ	542703
	НДС - 18%	97687
	ВСЕГО ПО ОБЪЕКТУ с НДС	640390

Таким образом, затраты на выполнение геоэкологического исследования на территории декультивированных урановых шахт Есильского района Акмолинской области Республики Казахстан составляют 640 390 (шестьсот сорок тысяч триста девяносто) рублей включая НДС.

5.2 Обоснование эффективности проекта

При выполнении геоэкологического проекта использовались стандартные методики и широко применяемые технические устройства, мероприятия по внедрению новой техники и технологии не проводились.

Проект не является инвестиционным, так как инвестиционных вложений не осуществлялось.

5.2.1 Экологический и социальный эффекты при выполнении проекта

Социальными эффектами выполнения проекта являются: улучшение физического и психологического здоровья населения, проживающего вблизи объекта исследования. Экологический эффект однозначно может быть оценен прекращением поступления в окружающую среду компонентов газовой смеси, образовавшейся в пустотах бывших урановых шахт.

Ситуация, которая возникла в селе Калачи, расположенного на территории вблизи урановых шахт Есильского района Акмолинской области Республики Казахстан, является проблемой современного этапа экологического риска. Исходя из анализа радиоэкологической обстановки, село Калачи находится в зоне высокого потенциального риска от действия природных радиоэкологических факторов, усиленных процессами ядерного техногенеза (добыча и обогащение урановых руд в прошлом).

Окрестности села Качали представляют собой яркий пример такой проблемы, когда недостаточные меры по декультивации урановых шахт оказывают прямое негативное влияние на здоровье населения, что и явилось в итоге основной предпосылкой возникновения «сонной болезни». Более того, образование населённых пунктов в непосредственной близости от урановых рудников, на радиационно небезопасной территории для проживания шахтёров и рабочих само по себе является причиной возникновения социальных аспектов радиоэкологических проблем. Сюда же стоит отнести потенциальную небезопасность технологических процессов и все возможные риски, связанные с ними.

6. Социальная ответственность

6.1 Профессиональная социальная безопасность

Работа в полевых условиях и камеральная обработка данных сопровождаются рядом отрицательно действующих на организм факторов, что существенно снижает производительность труда человека. Для продуктивной работы необходимо, чтобы условия труда на рабочем месте соответствовали нормам и требованиям безопасности труда. Каждый вид запроектированных геоэкологических работ характеризуется своим набором вредных и опасных факторов [14] (таблица 20).

Таблица 20 - Опасные и вредные факторы при выполнении геоэкологических работ на территории декультивированных урановых шахт

Наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ) [4]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: - опробование компонентов природной среды, - инструментальные замеры на местности, - проезд.	1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2. Тяжесть физического труда; 3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми;	1. Чрезвычайные ситуации при передвижении на транспорте (ДТП) 2. Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 12.1.004-91 [15] ГОСТ 12.1.005-88 (2001) [13] Р 2.2.2006-05 [23] Правила дорожного движения, правила прохождения технического осмотра [33,32].
Камеральные работы: - обработка результатов исследований, в том числе с помощью компьютера; - составление отчета.	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шума; 4. Повышенная запыленность рабочей зоны. 5. Электромагнитное излучение	1. Электрический ток; 2. Пожаровзрывоопасность.	ГОСТ 12.1.005-88 [13] ГОСТ 12.1.038-82 [18] СанПиН 2.2.2/4.1340-03 [25] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24] ПУЭ [27] НПБ 105-03 [20] ПНД Ф 12.13.1-03 [22] СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [26]

6.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

При проведении полевых работ возможно возникновение такого опасного фактора как чрезвычайная ситуация при передвижении на транспорте, что, главным образом, обусловлено опасностью случаев дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Причины ДТП могут быть связаны с неисправностью транспортных средств и с несоблюдением водителями правил дорожного движения. Для предотвращения ДТП необходимо соблюдать правила дорожного движения [33] и проводить технический осмотр транспорта в соответствии с установленным регламентом [32].

При проведении лабораторных работ одним из наиболее опасных факторов является действие электрического тока [16]. Основное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Поражение электрическим током может произойти в случае, если произошло прикосновение к токоведущим частям установки, или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и другое. При гигиеническом нормировании согласно ГОСТу 12.1.038-82 устанавливают предельно допустимые напряжения, прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок промышленного назначения постоянного и переменного тока [18]. Электрические сети и электрооборудование должны отвечать требованиям правил устройства электроустановок [21]. В соответствии с классификацией помещений по опасности поражения людей электрическим током лаборатории и компьютерные классы относят к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

Как на этапе полевых работ, так и при камеральных работах опасным фактором является возможность возникновения пожаров. При проведении полевых работ, учитывая жаркий климат и большое количество сухой травы

на территории исследования, в целях соблюдения правил безопасности недопустимо: пользоваться открытым огнем, выжигать траву, разводить костры, заправлять горючим бак двигателя, курить, оставлять бутылки или осколки стекла, так как они способны сработать как зажигательные линзы. Помещения, отведенные для проведения камеральных работ, по пожароопасности относятся к категории Г [20]. Работы в них должны проводиться при строгом соблюдении правил пожарной безопасности, правил пользования средствами пожаротушения, пожарной сигнализации и связи. В случае возникновения пожара необходимо: изолировать очаг горения от воздуха или снизить концентрации кислорода разбавлением негорючими газами до значения, при котором не будет происходить горение; охладить очаг горения; затормозить скорость реакции; ликвидировать очаг струей газа или воды; создать условия преграждения огня.

6.1.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

При проведении полевых работ возможно возникновение следующих видов вредных факторов: отклонение показателей климата на открытом воздухе, тяжесть физического труда, повреждения в результате контакта с насекомыми и животными.

Климат Акмолинской области резко континентальный. Летом температура воздуха превышает +30°C. В результате высоких температур и слабого ветра у человека может наступить тепловой перегрев организма, приводящий к солнечному удару. При высокой температуре воздуха у человека усиливается потоотделение, которое может привести к судорожной болезни вследствие нарушения водносолевого баланса. Необходима организация рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего дня, введения перерывов для отдыха [23]. Работать необходимо в головных уборах и обязательно иметь при себе индивидуальную фляжку с питьевой водой. Необходимо также иметь при себе полевую аптечку с

необходимыми средствами защиты от солнечных ожогов, жаропонижающими средствами и т.д.

Труд в полевых условиях всегда связан с физическими нагрузками. Большие физические нагрузки снижают работоспособность и внимательность, могут вызывать боли в суставах и мышцах, а также приводить к сердечным заболеваниям. Согласно Р 2.2.2006-05 классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат, с учетом вида нагрузки (статистическая или динамическая) и нагружаемых мышц [23]. В нашем случае выполняемая работа средней тяжести. Необходимо сокращение рабочего дня, введения перерывов для отдыха. Необходимо также иметь при себе полевую аптечку.

Наиболее опасными при проведении полевых работ являются укусы зараженного клеща. Клещи могут являться переносчиками следующих инфекционных заболеваний: клещевой энцефалит и боррелиоз (болезнь Лайма), моноцитарный эрлихиоз, гранулоцитарный анаплазмоз. Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного раза в два часа и своевременному выполнению вакцинации.

При проведении лабораторных работ возможно возникновение следующих видов вредных факторов: отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная запыленность рабочей зоны.

Отклонение микроклимата в помещениях оказывает очень заметное воздействие на организм человека, ухудшается работоспособность, замедляется мыслительная деятельность, рассеивается внимание, к тому же это приводит к различным заболеваниям, как и к простудным, так и к сердечнососудистым.

Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [25]): скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с; относительная влажность воздуха 40-60%; температура воздуха в

помещении в теплый и холодный период - 23-25°C и 22-24 °C соответственно.

В летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку. В зимний период используется естественная вентиляция, помещение лаборатории должно отапливаться.

Рациональное световое оформление помещений направлено на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его производительности, предотвращение снижения уровня зрения и утомления.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, рабочее место должно быть освещено естественным и искусственным освещением. Естественное и искусственное освещение регламентируется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24]. В зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Местное освещение не должно давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света (ЛДЦ), установленным в верхней части помещения. В лабораториях при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами, рекомендуется освещенность 400Лк при общем освещении.

Оптимальные нормы освещенности достигаются мытьем окон, побелкой стен, подстриганием веток деревьев, которые закрывают доступ естественного света в окна, правильным расчетом освещенности и выбором осветительных приборов.

Негативное воздействие (нарушение периферического кровообращения, спазм или атония капилляров, нарушается функция периферической нервной системы и др.) на организм человека оказывает шум. Источниками шума в лаборатории являются громкие звуки, вызванные в результате производственной деятельности на приборах, установками

кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне (проезжающий на улице автотранспорт).

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83 [17] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [28]. В соответствии с этими нормативными документами установлены допустимые уровни шума (таблица 21).

Таблица 21 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003–83 с изм. 1999 г.) [17]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

К методам борьбы с шумом можно отнести снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств, например, звукопоглощающих облицовок); применением ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию; применением глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха; виброизоляцией инженерного и санитарно-технического оборудования зданий; средства индивидуальной защиты (наушники).

Повышенная запыленность рабочей зоны оказывает негативное воздействие на дыхательную систему. При камеральной обработке полученных данных источником возникновения пыли может явиться ее проникновение в помещение через открытые форточки, окна, двери. Мероприятия по борьбе с запыленностью являются регулярные влажные уборки [13].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), используемых при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции, для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль железной руды содержит до 30% свободной SiO_2 . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна. Исходя из этого, содержание SiO_2 не должно превышать ПДК= 2мг/м^3 [13].

Электромагнитное излучение оказывает негативное влияние на нервную, иммунную, эндокринную системы, на состояние крови. Могут возникнуть такие болезни, как: колебания уровня сахара в крови, хронические респираторные заболевания, сердечная аритмия и др. Источниками электромагнитного излучения могут служить: линии воздушных передач электроэнергии, бытовые электроприборы, линии радиорелейной и сотовой связи и т.д.

Для уменьшения негативного воздействия электромагнитного излучения, прежде всего, необходимо определить степень опасности, исходящей от различных источников электромагнитного излучения. Приобрести специальный дозиметр. Распределить имеющиеся источники излучения так, чтобы они не группировались в одном месте. Проверить наличие заземления в розетке подключения компьютера. Допустимые значения электромагнитного излучения (ЭМИ0) указаны в нормативных документах (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96) [26] (табл. 22).

Таблица 22 - Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия ЭМИ РЧ на человека

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \cdot ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \cdot ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \cdot ч$
30 кГц – 3 МГц	20000,0	200,0	–
3 – 30 МГц	7000,0	Не разработаны	–
30 – 50 МГц	800,0	0,72	–
50 – 300 МГц	800,0	Не разработаны	–
300 МГц – 300 ГГц	–	–	200,0

Все названные параметры нормируются соответствующими стандартами, нормами и правилами безопасности труда [25,24,17,28,13,26], соблюдение которых исключит факт возникновения какого-либо вредного фактора.

6.2 Экологическая безопасность

Геоэкологические работы, проводимые на территории декультивированных урановых шахт, в частности отбор проб и инструментальные измерения на местности, не несут никакой экологической опасности, как для территорий исследования, так и для населения, проживающего в близлежащих населенных пунктах.

Но необходимо отметить, что сама ситуация, сложившаяся на исследуемых территориях не может рассматриваться как экологически безопасная.

В 2001 году было принято Постановление Правительства Республики Казахстан № 1006 «Об утверждении Программы консервации уранодобывающих предприятий и ликвидации последствий разработки урановых месторождений на 2001-2010 годы».

Актуальность разработки данной Программы была обусловлена необходимостью оценки масштабов предстоящей работы по нормализации радиационной обстановки в урановорудных районах на основе

инвентаризации радиационно опасных объектов с целью их ранжирования по степени опасности, определения последовательности, оптимальных сроков и объема требующихся для этого финансовых средств [9].

Программа охватывала период 2001-2010 годов, в процессе ее разработки использовались исследования последних лет, выполнявшиеся по линии TACIS, а также проекты консервации и рекультивации, выполненные горнодобывающими и геологоразведочными предприятиями.

В результате осуществления всех реабилитационных мер, предусмотренных Программой, было достигнуто:

- снижение уровня радиоактивного загрязнения до нормативных значений на промплощадках урановых рудников и прилегающих к ним площадях на большей части территории республики;
- прекращение поступления радиоактивной пыли и ограничение поступления радона в окружающую среду;
- предотвращение неконтролируемого использования материала радиоактивных отвалов;
- прекращение дальнейшего загрязнения радионуклидами априродных объектов, в том числе реки Ишим;
- получение данных мониторинга окружающей среды и оценка отдаленных последствий длительного радиационного воздействия на окружающую среду.

Ликвидационные работы на месторождении Ишимское проводились в период 2001-2003 годов. В последующие годы систематический технико-экологический контроль на территориях декультивированных урановых шахт не проводился.

На территории Казахстана имеется большое количество затопленных урановых рудников. Обстановка подобная той, что сложилась на территории села Калачи, может также сформироваться в местах бывшей добычи урана. Для недопущения этого и в целях исключения повторения подобных событий

необходимо запланировать комплексный геоэкологический и медико-биологический мониторинг.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Ситуация, сложившаяся в селе Калачи, расположенном вблизи декультивированных урановых шахт, является чрезвычайной ситуацией социально-экологического характера.

Среди социально-экологических аспектов данной ситуации выделяются следующие вопросы [9]:

- Последствия декультивации

Эксплуатация редкоземельных месторождений сопровождается загрязнением почв в радиусе сотен километров, оказывая огромное негативное влияние на окружающую среду и проживающее население. Основу «остатков» урановых производств составляет ^{226}Ra , побочный продукт переработки урановых руд с периодом полураспада 1600 лет. Окрестности села Качали Актмолинской области представляют собой яркий пример такой проблемы, когда недостаточные меры по декультивации урановых шахт оказывают прямое негативное влияние на здоровье населения, что и явилось в итоге основной предпосылкой возникновения «синдрома Калачи».

Меры по ликвидации выработок (затопление) также не являются панацеей, и будучи эффективными для сдерживания одних неблагоприятных факторов, в других случаях могут оказывать пагубный эффект (выбросы радона на поверхность под давлением грунтовых вод, особенно в весенне-осенние периоды).

- Выносы на поверхность радиоактивных материалов (до сих пор в отвалах наблюдаются повышенные уровни гамма-излучения)

В отвалах вблизи декультивированных урановых шахт до сих пор наблюдается повышенный уровень гамма-излучения, многократно

превышающий фоновые показатели. В точках над самими шахтами зафиксированы значения более 5 мкЗв/ч, что является опасным уровнем радиации, в 25 раз превышающим фоновый. Радиоактивные гранитные породы в отвалах находятся прямо на поверхности земли, рассеянные на значительных территориях, окружающих село, и без специальных дозиметров местные жители просто не имеют возможности распознать опасность и определить уровень излучения при контакте с радиоактивными материалами.

- Неблагоприятные социальные явления, массовые беспокойства

Неблагополучная социально-экономическая обстановка и нехватка рабочих мест, вкупе с неоднозначностью причин возникновения массовых проявлений «синдрома Калачи», вызывала у жителей села чувство подавленности и массовые беспокойства на почве неопределённости. Нетипичность симптомов, повторные случаи заболевания, непредсказуемость проявления и длительный поиск причин вызывали опасение за родственников и собственное благополучие.

- Меры по переселению, реализованные не в полном объёме, закрытие школы (нет условий для обучения детей школьного возраста), постройка новых зданий

Меры по переселению жителей села в более благоприятные районы имели двойственный эффект: с одной стороны, улучшение экологической обстановки для переехавших на новое место, с другой – нарушение сложившегося уклада жизни и во многих случаях – предоставление неравноценных условий, ухудшающих условия существования (переезд в квартиру из частного дома, лишение собственного хозяйства и огорода). Меры по переселению были реализованы не в полном объёме, столкнувшись с противодействием со стороны части жителей села, не желающих бросать свои дома.

- Общественный резонанс, внимание к проблеме

Выраженность и массовость проявлений «синдрома Калачи», при отсутствии достоверной информации о причинах, вызвала общественный резонанс и внимание к проблеме, не только среди множества научных учреждений, занимающихся изучением сложившейся ситуации, но и в широких кругах населения, благодаря освещению СМИ, в том числе и за рубежом. Учитывая распространённость схожих условий на территории страны – декультивированных урановых месторождений и расположенных вблизи них населённых пунктов, уникальность проявления заболевания именно в селе Калачи и отсутствие заранее разработанных мер по устранению причин, получила широкую огласку.

Предпринятые меры по устранению возможных причин синдрома, в частности дренаж пород с отводом накапливающихся в почве газов, оказали действенный эффект: с марта 2015 года новых случаев заболевания не наблюдалось.

С учетом вышеназванных социально-экологических аспектов ситуации, сложившейся на исследуемой территории, при проведении геоэкологических работ на территории декультивированных урановых шахт и на территории населенных пунктов необходимо уделять особое внимание таким вопросам как:

- корректность при инструментальной оценке параметров радиационной обстановке,
- грамотное и доступное объяснение населению характера проведения работ в целях недопущения массовых беспокойств населения.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» (далее Закон) определяет основные направления государственной

политики в области охраны труда, главным из которых является: обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников.

Обязанности работодателя определены статьей 14 Закона. Работодатель обязан обеспечить безопасность при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, безопасность технологических процессов и применяемых сырья и материалов, обеспечить санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников, режим труда и отдыха работников, установленный законодательством.

Трудовом Кодексе РФ также нашли существенное отражение вопросы охраны труда. В нем констатируется, что каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, на обязательное социальное страхование, на возмещение ущерба, причиненного работнику в связи с выполнением трудовых обязанностей, и ряд других.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю (исключение составляют несовершеннолетние граждане и инвалиды).

При работе на открытом воздухе в жаркий и холодный период года необходима организация рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего дня, введения дополнительных перерывов для отдыха. Необходимо также иметь при себе полевую аптечку с необходимыми средствами.

При работе в камеральных условиях должно быть организовано место для работы с компьютером. Площадь на одно рабочее место с компьютером для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее 20 м³.

Помещения с компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-

вытяжной вентиляцией. Для внутренней отделки интерьера помещений с компьютерами должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5. Во время работы расстояние до экрана монитора должно быть не менее 70 см. В помещении, где работают несколько человек, при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Ни в коем случае нельзя ставить компьютеры друг против друга.

Для операторов персонального компьютера, на всей территории Российской Федерации действуют санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»[25].

В нашем случае работа в полевых условиях и камеральная обработка данных не сопровождаются специальными (характерными для проектируемой рабочей зоны) правовыми нормами трудового законодательства.

Заключение

Ишимское месторождение входит в состав Ишимского рудного узла (Северный Казахстан) [5]. По новому административному делению Ишимский рудный узел расположен в пределах Ишимско-Балкашинской урановорудной зоне, которая в свою очередь входит в состав Северо-Казахстанской урановорудной провинции.

Месторождение расположено на геохимически специализированной геологической формации, обогащённой ураном и торием, являющихся источником дальнейшего обогащения этими радионуклидами и продуктами их распада, как современных образований – почв и донных осадков, так и природных вод (трещинных, грунтовых и поверхностных) и почвенного воздуха газообразными изотопами радона, в основном Rn-222 и Rn-220 [10].

Аномально высокие концентрации урана и тория характерны уже для значительных площадей развития допалеозойских гнейсов и сланцев различного состава – урана до 90 Бк/кг и тория – до 140 Бк/кг. Довольно часто в этих породах отмечены и повышенные содержания калия до 5% порядка 1400-1500 Бк/кг по K-40.

Высокая специализация на уран и торий отмечается для гранитоидов силур-девонского и пермского возрастов – активность U-238 в среднем лежит в пределах 75-150 Бк/кг, достигая значений в локальных точках 800-900 Бк/кг; Th-232 – 160-200 Бк/кг с максимальными значениями до 500 Бк/кг. Важной особенностью этих гранитоидов является то, что значительная часть урана находится в так называемой «подвижной», миграционно-способной форме, при этом уран легко выщелачивается из массивов трещинными водами, из кор выветривания – грунтовыми и поверхностными водами.

В результате радиоактивного распада урана образуются новые элементы, одним из которых является радий [3]. Продукты альфа-распада радиоактивных элементов радия (Ra), тория (Th), актиния (Ac), являющиеся

химически инертными газами, получили название радиоактивных эманаций. Эманация радия – радон, тория – торон, актиния – актинон.

Различные горные породы, слагающие исследуемый участок земной коры и содержащие то или иное количество радиоактивных элементов, выделяют часть радиоактивных эманаций в окружающую жидкую и газообразную среду. Радиоактивные эманации накапливаются в породах и трещинах горных пород и вследствие диффузии, а также конвекционных потоков, по газопроводящим каналам распространяются в различных направлениях от эманлирующего объекта. Часть радиоактивных эманаций, выделенных на месте или привнесенных в почвенный воздух, участвуют в газовом обмене между почвенным слоем и атмосферой.

Известно, что месторождения урана (особенно гидротермального генезиса) часто связаны с тектонически ослабленными зонами, трещиноватыми участками вмещающих горных пород, наличием глубоких тектонических нарушений.

Границы и структура гранитизированного блока определяются системой региональных ортогональных и диагональных разломов, которые контролируют размещение гранитоидов различного возраста и состава [10]. Эта система разломов, по которым развиты коры выветривания глубиной десятки метров, представляет собой густую сеть линейных проницаемых структур, по которым осуществляется подток Rn-222 как к поверхности, так и в грунтовые воды. Концентрация радона в родниках достигает величины 2400 Бк/л, в грунтовых водах (колодцы) – до 1300 Бк/л.

В результате проведенных радиоэкологических исследований на территории прилегающей к заброшенным шахтам Ишимского месторождения (с. Калачи) были проведены замеры плотности потока альфа- и бета-частиц, мощности экспозиционной дозы в жилых помещениях и в окружающей среде, замеры эквивалентной равновесной объемной

активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений и сельскохозяйственных участков.

Мощность экспозиционной дозы на территории села Калачи (на открытой местности 0,06-0,19 мкЗв/час, внутри жилых и других помещений 0,06-0,28 мкЗв/час) ниже предельно допустимых значений. Повышенный уровень гамма-излучения в районе шахт (0,15-0,38 мкЗв/час) является характерным для урансодержащих пород. Пиковые значения (4,51 мкЗв/час, 12,37 мкЗв/час) объясняются наличием вблизи шахт отвалов породы. Урановые шахты были засыпаны более 20 лет назад, однако они до сих пор оказывают неблагоприятное воздействие на радиологическую обстановку в крае.

В воздухе жилых и подвальных помещений повсеместно наблюдаются случаи накопления радона в концентрациях, многократно превышающих ПДК (200 Бк/м³). Для жилых помещений этот показатель составил 21 %, тогда как в погребах и подвалах высокая концентрация радона наблюдалась в 100% случаев.

Многократные превышения ПДК ЭРОА радона в исследованных жилых помещениях оказывают прямое влияние на суммарную дозу облучения населения. При этом средний уровень объёмной активности радона в большей части жилых домов (2014 год – 186 Бк/м³, 2015 год – 211 Бк/м³, 2016 год – 152 Бк/м³) находится в пределах нормы.

Помимо очень высоких концентраций радона в подвальных помещениях также было зафиксировано значительное выделение торона, хотя его период полураспада составляет меньше минуты. Данный факт объясняется наличием примесей тория в урановых месторождениях грунтовых пород.

Также был произведен анализ нерадиационных показателей. Выявлено превышение озона в 1,3-4,3 раза над ПДК в 6 точках из 17 исследуемых (35%), превышение оксида углерода в 1,3-2 раза над ПДК в 5

точках из 19 исследуемых (26%), превышение содержания ацетона на 2 порядка в 9 точках из 19 исследуемых (47%).

Одна из возможных причин повышенной активности всех выше перечисленных газов – процессы, происходящие в заброшенных шахтах бывшего уранодобывающего комплекса. В результате многолетней подземной разработки Ишимского и Любимовского месторождений, под землей образовались обширные пустоты (ориентировочно 53 млн. м³). При ликвидации заброшенные шахты были затоплены. В настоящее время откачка воды не производится. Вероятно, образование данных газов происходит в результате физико-химических процессов, происходящих в шахтах, под действием ионизирующей радиации (так называемый радиолиз).

В периоды повышения температуры из-за возникающего перепада давления, а также во время весеннего снеготаяния и сезонов дождей из-за повышения уровня воды в шахтах, происходит увеличение давления на воздушно-газовую смесь и ее залповые выбросы к дневной поверхности по проницаемым зонам в породах и почвах.

Таким образом, можно сделать вывод, что повышенная концентрация радиоактивного газа, безусловно, оказывала негативное воздействие на здоровье населения, но очевидно не являлась единственной и достаточной причиной для возникновения «сонной болезни». При сочетанном воздействии повышенное содержание радона, озона, ацетона и оксида углерода и других газов, носящее выбросной, залповый характер, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения.

Предпринятые меры по устранению возможных причин синдрома, в частности дренаж пород с отводом накапливающихся в почве газов оказали действенный эффект: с марта 2015 года новых случаев заболевания не наблюдалось.

Список публикаций

1. Герасимов Д.А., Колбин В.В., Липихина Е.Ю., Альмагамбетова Г.Т., Липихина А.В. Содержания радона в жилых помещениях села Калачи Есильского района Акмолинской области // Вестник Южно-казахстанской государственной фармацевтической академии. №4(77). 2016. Том 3. С. 112

2. Липихина Е. Ю., Семенов В. М. Комплексные медико-экологические исследования на территории села Калачи и прилегающих территориях декультивированных урановых шахт Есильского района Акмолинской области // Лучшая студенческая статья, 2017.

3. Kolbin V.V., Gerasimov D.A., Jambayev M.T., Lipikhina E. Yu. Radon as one of the causes of «Kalachi syndrome»// Радиационная медицина, экология и реабилитология. 2017; Принята к печати.

Список используемой литературы

а. Опубликованные

1. Берикболов Б.Р., Буркитбаев М., Шишков И.А. Радиозэкологическая обстановка в Казахстане / Б.Р. Берикболов / Геофизика и проблемы нераспространения. Радиозэкология. Охрана окружающей среды. Вестник НЯЦ РК, выпуск 3, сентябрь 2003 г. - 63 с.

2. Корчевский А.А. Оценка ущерба состоянию здоровья населения Республики Казахстан от воздействия факторов окружающей среды. / А.А. Корчевский/ Гигиена и санитария. - 2006 г. - № 5. - 26 с.

3. Мелков В.Г., Пухальский Л.Ч. Поиски месторождений урана. Москва, 1957 г. - 211 с.

4. Петров Н.Н., Берикболов Б.Р. Аубакиров Х.Б. Урановые месторождения Казахстана. Алматы, 2008 г. - 317 с.

5. Петров, Н.Н., Язиков В.Г., Берикболов Б.Р. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные). Алматы, 2000 г. - 517 с.

6. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П. Уран Казахстана. Редкие элементы и золото в месторождениях Северо-казахстанской урановорудной провинции и перспективы их комплексного освоения. - Алматы, 2008 г. - 156-157 с.

7. Сваричевская З.А. Древний пенеплен Казахстана и основные этапы его преобразования. Изд-во ЛГУ, 1961 г. - 296 с.

б. Фондовая

8. Аналитический обзор экологической ситуации в селе Калачи за 2013-2015 годы, связанной со случаями проявления у местных жителей энцефалопатии (т.н. «сонной болезни») / НИИ РМИЭ/ - Семей, 2015. - 5 с.

9. Годовой отчет к Акту выполненных работ № 2 в рамках договора № 196 от « 30 » сентября 2016 года на оказание исследовательской услуги «Комплексные медико-экологические исследования на территории села Калачи и прилегающих территориях декультивированных урановых шахт Есильского района Акмолинской области». Подготовлен Научно-исследовательским институтом радиационной медицины и экологии Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан. Семей, 2016. – 220 с.

10. Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан. Том IX . Акмолинская область / АО «ВОЛКОВГЕОЛОГИЯ»/ Алматы, 2008 г. - 112 с.

11. Мониторинг состояния здоровья населения в Республике Казахстан (1995-2004гг.) // Проблемы экономической, социальной и политической модернизации Республики Казахстан: материалы республиканской научно-практической конференции - Астана: Институт экономики и финансов Казахского экономического университета им. Т. Рыскулова, 2006 г. - 542 с.

с. Нормативная

12. Гигиенический норматив «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» № 201 от 03.02.2012.

13. ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны.

14. ГОСТ 12.0.003-74 (1999). ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы классификации.

15. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

16. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
17. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
18. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
19. НРБ 99 «Нормы радиационной безопасности» СП 2.6.1.758-99.
20. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
21. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. Новос: Сибирс. универ. изд-во, 2006. - 512 с.
22. ПНД Ф 12.13.1-03 «Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)».
23. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
25. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
26. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучение радиочастотного диапазона.
27. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН-93. Выпуск 2. Геолого-экологические работы.
28. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

д. Интернет ресурсы

29. Аязбеков К. За 20 лет независимости атомная отрасль стала визитной карточкой Казахстана [Электронный ресурс]: сайт Российское атомное сообщество. - Электрон. дан. URL: <http://www.atomic-energy.ru/smi/2011/10/03/27156>. Дата обращения: 10.11.2016 г.

30. Ишимское месторождение [Электронный ресурс]: сайт Комитета геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. - Электрон. дан. URL: <http://www.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstana/tverdye-poleznye-iskopaemye/item>. Дата обращения: 14.11.2016 г.

31. Карты Акмолинской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://kokshetau.online.kz/maps/maps.htm>. Дата обращения: 01.06.2017 г.

32. Министерство транспорта и коммуникаций республики Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mintrans.gov.kz>. Дата обращения: 25.04.2017 г.

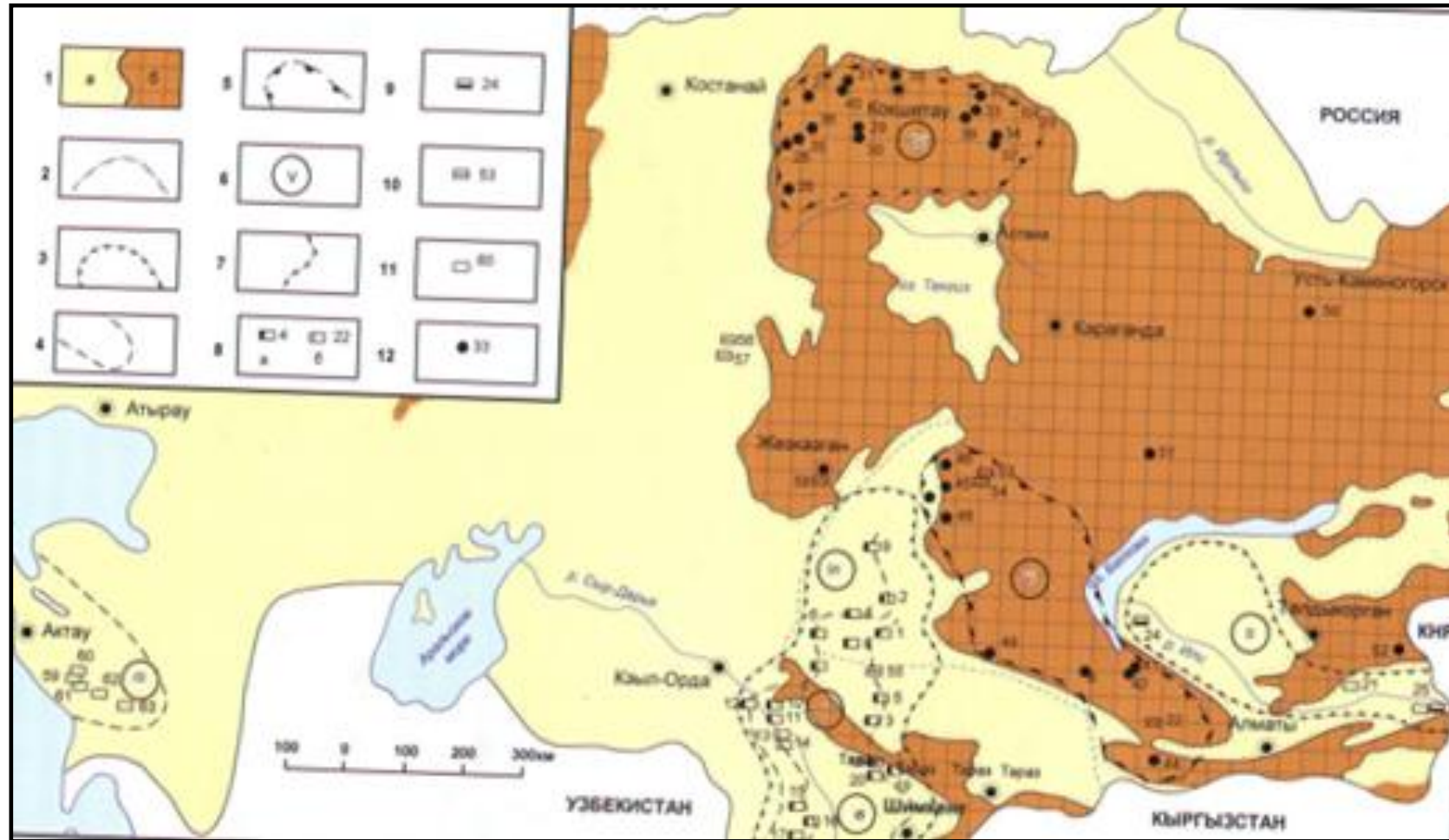
33. Правила дорожного движения Республики Казахстан [Электронный ресурс]. URL: <http://zholpolice.narod.ru/pdd.htm>. Дата обращения: 25.04.17 г.

34. Радиолиз подземных вод и его геохимическая роль. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-radioliz-podzemnyh-vod-i-ego-geohimicheskaya-rol.pdf>. Дата обращения: 25.05.2017 г.

35. Роль радиолитических процессов в геохимии. [Электронный ресурс]. URL: <http://bibl.tikva.ru/base/B1235/B1235Part126-290.php#290>. Дата обращения: 25.05.2017 г.

Приложение А (рекомендуемое)

Схема размещения урановых месторождений в Казахстане [4]



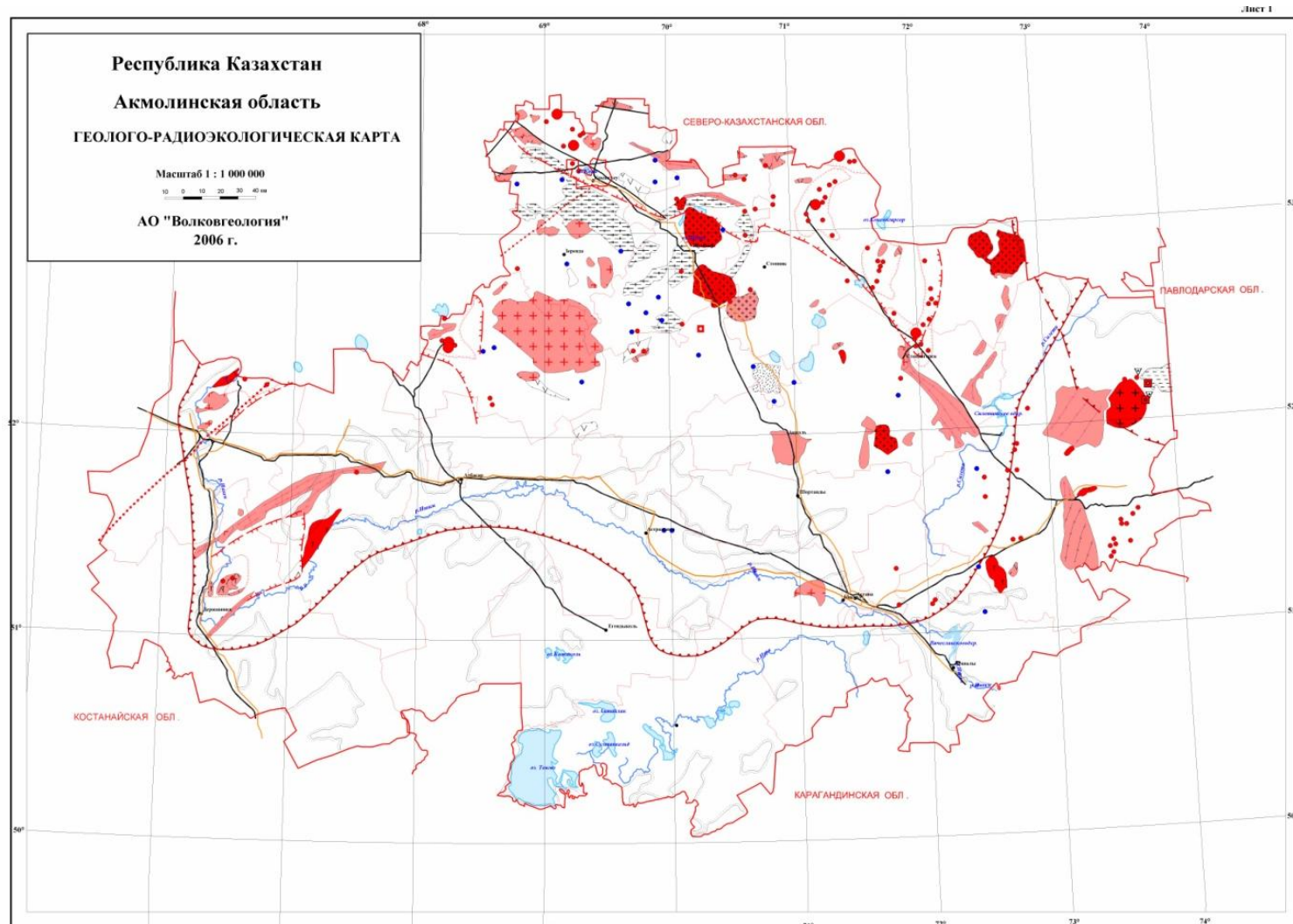
Условные обозначения к схеме размещения урановых месторождений:

1 - области распространения мезозойско-кайнозойских (а) и домезозойских (б) образований; 2-5 - урановорудных провинций и урановорудных районов: 2 - УРП пластово-инфильтрационных месторождений ЗПО (I - Восточно-Туранская мегапровинция), 3 - УРП с эпигенетическими месторождениями грунтово-инфильтрационного и пластово-инфильтрационного типов в отложениях юры (II - Илийская УРП), 4 - УРП седиментационно-диагенетических месторождений в связи с костным рыбным детритом (III - Прикаспийский УРП) 5 - УРП эндогенным (гидротермальным) месторождений (IV - Северо-Казахстанская, V - Кендыктас-Шу-Или-Бетпак-Далинская УРП); 6 - номера УРП и УРР на схеме; 7 - рудоконтролирующие региональные фронты ЗПО; 8-10 - типы месторождений урана и их номера, в том числе: 8 - пластово-инфильтрационные; 9 - 10 - эпигенетические грунтово-инфильтрационные ураноугольные (9) и экзодиагенетические грунтово-инфильтрационные в песчано-глинистых пластах (10); 11 - синдиагенетические в связи с костным рыбным детритом; 12 - эндогенные (гидротермальные).

Урановые месторождения на схеме: 1 - Уванас, 2 - Жалпак, 3 - Канжуган, 4 - Мынкудук, 5 - Моинкум, 6 - Инкай, 7 - Буденновское, 8 - Шолак-Эепе, 9 - Каракоин, 10 - Сев. Карамурун, 11 - Южн. Карамурун, 12 - Ирколь, 13 - Сев.Харасан, 14 - Южн. Харасан, 15 - Заречное, 16 - Жауткан, 17 - Асарчик, 18 - Кызылколь, 19 - Чаян, 20 - Лунное, 21 - Ирколь, 22 - Копалысай, 23 - Семизбай, 24 - Нижнеилийское, 25 - Кольджат, 26 - Кубасадыр, 27 - Восход, 28 - Ишимское, 29 - Дергачевское, 30 - Восток, Звездное, 31 - Грачевское, 32 - Шатское, 33 - Тастыколь, Заозерное, 34 - Кербайское, 35 - Камышовое, 36 - Викторовское, 37 - Маныбай, Аксу, 38 - Славянское, 39 - Коксорское, 40 - Косачиное, 41 - Ботабурум, 42 - Джусандалинское, 43 - Кызылсайская группа, 44 - Курбай, 45 - Джидели, 46 - Безымянное, 47 - Шорлы, Костобе, 48 - Даба, 49 - Курманчите, 50 - Улькен-Акжал, 51 - Кызыл, 52 - Панфиловское, 53 - Талас, 54 - Гранитное, 55 - Барс, 56 - Лазаревское, 57 - Лунное, 58 - Курай, 59 - Меловое, 60 - Томак, 61 - Тасмурун, 62 - Тайбагар, 63 - Карынтаарыкское рудное поле.






Приложение Б (обязательное)

Геолого-радиоэкологическая карта Акмолинской области [10]


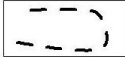
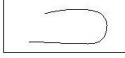
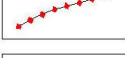
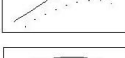



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К ГЕОЛОГО-РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ**

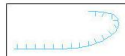
1. Контуры палеозойских металлогенических подразделений

	Металлогенический пояс с потенциальной ураноносностью
	Урановорудные провинции
	Урановорудные и редкометально-уран-ториевые структурно-металлогенические зоны
	Блоки, специализированные на уран и торий
	Урановорудные районы




2. Разрывные нарушения

	Установленные 1 порядка
	Предполагаемые
	Прочие
	Разрывные нарушения - каналы поступления радионуклидов
	Границы мезозойско-кайнозойских и домезозойских образований
	Контуры геологических формаций




3. Контуры мезозойско-кайнозойских металлогенических подразделений

	Границы самоизлива пластовых вод
---	----------------------------------

**5. Специализированные на уран и торий горные породы
U>>10 г/т, Th>>35 г/т**




	Аляскиты
	Граниты
	Кремнисто-углеродистые сланцы

6. Поля распространения геологических формаций с высокими содержаниями урана и тория

	C U - 5-10 г/т; Th - 10-35 г/т
	C U > 10 г/т; Th > 35 г/т
	Неоднородные по содержанию урана - тория поля с эпигенетическим привнесом-выносом элементов

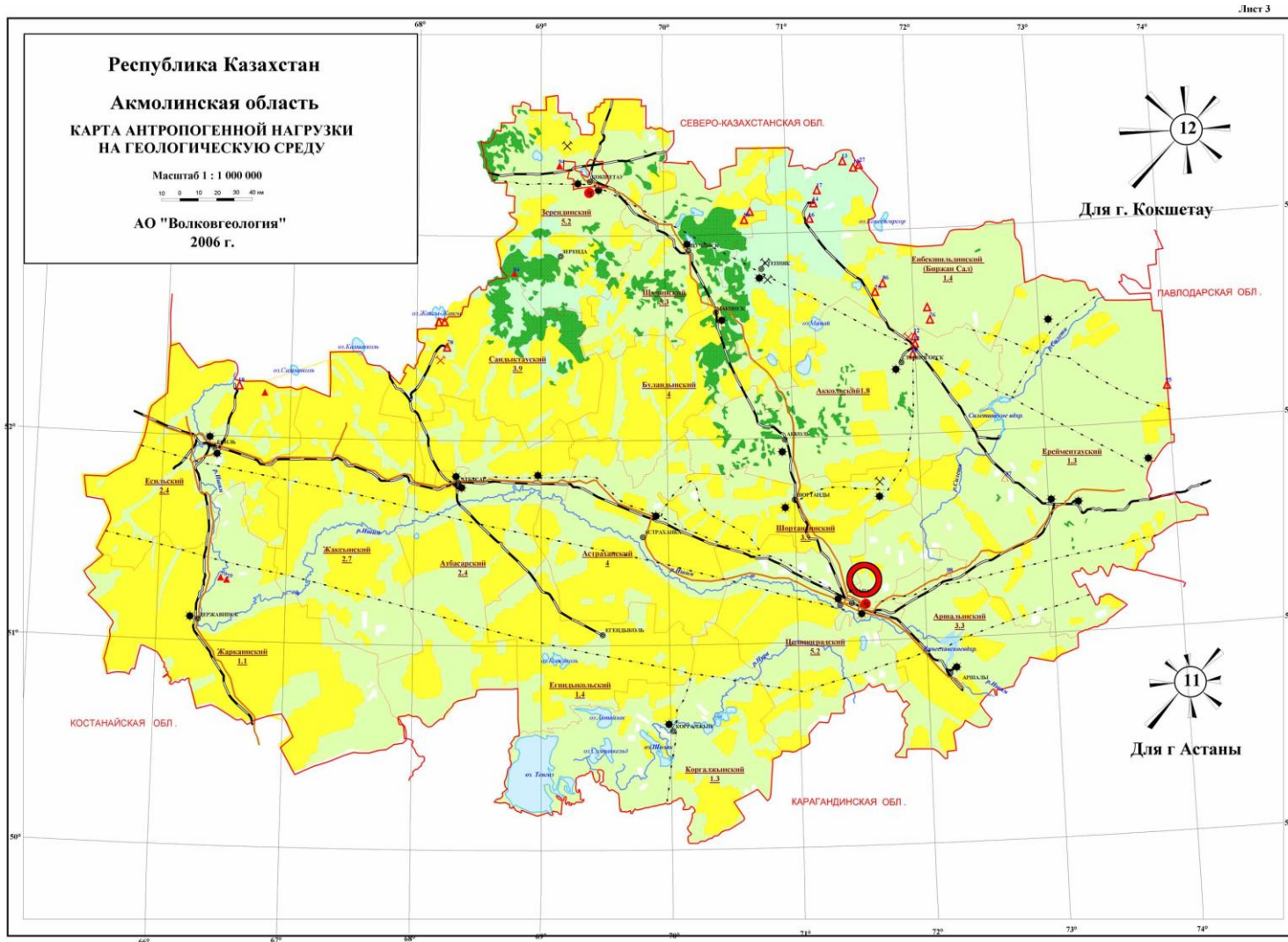
7. Месторождения и рудопроявления радиоактивного сырья

А. В палеозойских образованиях















	Урановые месторождения
	Урановые рудопроявления
	Ториевые проявления

Приложение В (обязательное)

Карта антропогенной нагрузки на геологическую среду Акмолинской области [10]



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К КАРТЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

	Разработка месторождений радиоактивных руд, руд и углей с повышенной радиоактивностью
	Отвалы радиоактивных пород: существуют на поверхности (а); рекультивированы на месте залегания (б); ликвидированы в разные годы (в)
	Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП)
	Россыпи с торий- и урансодержащими минералами
	Атомные электростанции, реакторы для научных целей, опреснители
	Пункты захоронения радиоактивных отходов
	Одиночные промышленные подземные ядерные взрывы и взрывы с научными целями
	Ракетные и лётноиспытательные полигоны
	Разработка месторождений твердых полезных ископаемых
	Эксплуатируемые месторождения: нефтяные и нефтегазоконденсатные (а), газовые и газоконденсатные (б)
	Интенсивная карьерная разработка месторождений с образованием отвалов
	Теплоэлектростанции, теплоцентрали
	Гидроэлектростанции
	Накопители твердых и жидких промышленных и бытовых отходов
ХН СМ ШП	Виды промышленности в крупных производственных центрах

М	Строительство метро
Объемы газопылевых выбросов	
	до 55 тысяч тонн в год
	до 200 тысяч тонн в год
	свыше 200 тысяч тонн в год
	Многокомпонентное загрязнение донных осадков промышленными отходами
	Нефтепроводы
	Основные линии электропередач
	Железные дороги
	Автоматистрали
	Магистральные каналы
	Заповедники