

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки Экология и природопользование
Кафедра геологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Комплексный анализ возможных проблем возникновения «сонной болезни» в с.Калачи (Казахстан)

УДК 504 616-02 (574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Ключникова Юлия Олеговна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	Доктор геолого-минералогических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибулькина Маргарита Радиевна	Канд.географ.наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого-минералогических наук		

Томск – 2017 г.

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

**Запланированные результаты обучения по программе
 05.04.06. «Экология и природопользование»**

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 8, 9; ОК-1), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы.	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 7, 12) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8)
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 10, 11, ОК-4) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.-5.2.15)
P4	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	Требования ФГОС (ПК 11, ОК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16)
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ПК 11, ОК-3,) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)

P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1, 8, 11, ОК-2-4) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3 8, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностраным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ПК-7, ОК-3), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС (ПК-9, ОК-4, 5), Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 10), Критерий 5 АИОР (п. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-11, ОК-1, 2, 6), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения и кредитная стоимость результатов обучения представлены в следующих таблицах.

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения

Результаты обучения	Цели ООП				
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5
P1	+	+	+		
P2	+	+	+	+	+
P3	+	+	+	+	
P4		+		+	+
P5	+	+	+	+	+
P6	+	+			+

Кредитная стоимость результатов обучения

Кредиты	Профессиональные компетенции			Общекультурные компетенции		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	40	8	32	23	7	10

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) 05.04.06. «Экология и природопользование»
 Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. Кафедрой ГЭГХ ИПР
 Е.Г. Языков

 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Ключниковой Юлии Олеговне

Тема работы:

Комплексный анализ возможных проблем возникновения «сонной болезни» в с.Калачи (Казахстан)	
Утверждена приказом директора ИПР	10.03.2017 №1556/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Публикации, фондовые источники, интернет ресурсы, отчеты по проведенным ранее исследованиям, протоколы измерений.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(соотносится с названием параграфов или задачами работы)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Географо – экономическая характеристика с.Калачи; 2. История месторождения Ишимского уранового рудника; 3. Анализ ранее проведенных радиоэкологических исследований; 4. Анализ результатов пилотных и комплексных экологических исследований; 5. Анализ проблем возникновения «сонной болезни»; 6. Радиационно-химическая природа образования газовой смеси; 7. Модель выхода газовой смеси

	8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 9. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибулькинова М.Р.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	Матвеев И.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Complex analysis of possible problems of emergence of "sleeping sickness" in the village of Kalachi (Kazakhstan)	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	доктор геол.-минерал. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Ключникова Юлия Олеговна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Ключниковой Юлии Олеговне

Институт		Кафедра	
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, сметные нормы, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Технико – экономическое обоснование проведения исследований Линейный график выполнения работ</i>
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. Линейный календарный график выполнения работ</i>
<i>2. Карта схема отбора проб</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Цибульникова Маргарита Радиевна	к.г.н.		07.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Ключникова Юлия Олеговна		07.03.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Ключниковой Юлии Олеговне

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Рабочее место инженера, выполняющего расчеты на ПК</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p><i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; <input type="checkbox"/> - действие фактора на организм человека; <input type="checkbox"/> - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); <input type="checkbox"/> - предлагаемые средства защиты; <input type="checkbox"/> (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p><i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); <input type="checkbox"/> - термические опасности (источники, средства защиты); <input type="checkbox"/> - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	<p><i>Анализ выявленных вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -повышенный уровень электромагнитных излучений, шум, статическое электричество, электромагнитное поле низкой частоты, освещенность, нервно – психические перегрузки; -действие фактора на организм человека; -коллективные и индивидуальные средства защиты. <p><i>Анализ выявленных опасных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятность возникновения пожара, - вероятность поражения электрическим током.
<p>2. Экологическая безопасность: <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны <input type="checkbox"/> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); <input type="checkbox"/> - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); <input type="checkbox"/> - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <input type="checkbox"/> - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Экологическая безопасность рассматривается в контексте анализа воздействия объектов на литосферу.</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - <input type="checkbox"/> выбор наиболее типичной ЧС; <input type="checkbox"/> - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - <input type="checkbox"/> разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><i>Выбор наиболее типичных ЧС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятность возникновения пожара, - вероятность поражения электрическим током. <p><i>Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.</i></p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения</p>	<p><i>В качестве правовых и организационных</i></p>

безопасности: <input type="checkbox"/> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	вопросов обеспечения безопасности рассматриваются организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			07.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Ключникова Юлия Олеговна		07.03.2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 121 страниц машинописного текста, состоит из введения, 10 глав и заключения; работа проиллюстрирована 23 таблицами и 27 рисунками. Список литературы насчитывает 80 наименований.

Ключевые слова: «сонная болезнь», «сонный синдром», природный и техногенный фактор, радон, ацетон, озон, окись углерода, двуокись углерода, сочетанное воздействие токсичных газов, наркотический эффект, анальгезия, анестезия, радиационно-химический фактор, многофакторное воздействие, радиолиз органического вещества в природных условиях, модель «природного (водяного) поршня».

Объектом исследований являются: протоколы пилотных и результаты комплексных экологических измерений, проведенных на территории с.Калачи.

Предметом исследования являются: значения результатов измерения радона в воздухе на территории с.Калачи, а также значения озона, ацетона, окисей углерода.

Цель дипломной работы: изучение возможных причин возникновения «сонной болезни» у жителей с.Калачи (Республика Казахстан).

В 2013-2014 гг. на территории с.Калачи специалистами были проведены пилотные и комплексные экологические измерения. Полученные результаты были обработаны с помощью программ Microsoft Excel, Statistica построены карты-схемы распределения химических элементов на территории с. Калачи в программах и Corel Draw и Surfer проанализированы.

Область применения: полученный анализ данных может быть учтен администрацией с.Калачи и другими заинтересованными организациями в разработке мероприятий по предотвращению возникновения проявления подобных заболеваний на изучаемой территории и территориях со схожими техногенными и геологическими факторами.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГОСТ – государственный стандарт;
- ИПР – институт природных ресурсов;
- МЭД – мощность экспозиционной дозы;
- ЭРОА радона – эквивалентная равновесная объемная активность радона;
- МЯ – микроядра;
- ХА – хромосомные aberrации;
- НРБ – нормы радиационной безопасности;
- ПДК – предельно допустимые концентрации;
- ПК – персональный компьютер;
- СанПин – санитарные правила и нормы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
- ФЗ – федеральный закон;
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
- ЭМП – электромагнитное поле

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
АКТУАЛЬНОСТЬ.....	15
2. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С.КАЛАЧИ.....	18
3. КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О РАЗРАБОТКЕ ШАХТ НА БАЗЕ ИШИМСКОГО УРАНОВОРУДНОГО УЗЛА	19
4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ, РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	21
4.1 Результаты ранее проведенной радиогидролитохимической съемки 2004 —2008 (АО «Волковгеология»).....	21
4.2 Результаты проведенной радиологической съемки 2008 – 2011 (ЭКОСЕРВИС - С)	26
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.....	29
5.1 Результаты и анализ измерений радиационных показателей.....	29
5.2 Результаты и анализ измерений нерадиационных показателей.....	40
5.3 Анализ результатов исследований биосубстратов жителей с.Калачи	42
5.3.1 Анализ результатов микроядерного теста в группах исследования.	42
5.3.2 Анализ результатов хромосомных aberrаций в группах исследования	45
5.4 Выявление геохимической специализации компонентов природной среды в районе.....	47
5.5 Дескриптивный эпидемиологический анализ распространённости заболеваний с.Калачи	51
6. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «СОННОЙ БОЛЕЗНИ»	55
7. РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ.....	66
8. МОДЕЛЬ ВЫХОДА ГАЗОВОЙ СМЕСИ.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
9. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	81
9.1 Техничко–экономическое обоснование продолжительности и объемы работ	81

9.2	Планирование, организация и менеджмент при проведении научно-исследовательской работы	83
9.3	Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу	84
9.4	Расчет затрат материалов	86
9.5	Расчет затрат на оплату труда	87
9.6	Расчет амортизационных отчислений.....	88
9.7	Расчет затрат на подрядные работы.....	88
9.8	Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	89
10.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	90
10.1	Производственная безопасность	90
10.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	90
10.1.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	91
10.2	Экологическая безопасность.....	94
10.2.1	Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду.....	94
10.2	.2Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду ...	94
10.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
10.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	96
	СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	98
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	99
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	106

ВВЕДЕНИЕ

В возникших современных условиях экологического состояния окружающей среды, преобразованной человеческой деятельностью, под действием высокого техногенного давления происходят негативные изменения. Результаты изменения природной среды непосредственно сказываются на здоровье населения, что как в виде массовых острых отравлений, так и летальных случаях. Иногда симптомы позволяют быстро и четко определить диагноз и источник заболевания, но в мире встречаются случаи заболеваний, в основе которых лежат скрытые, на первый взгляд, источники, понимание которых требует полной оценки ситуации, ее моделирования.

Так, например, в Германии и Чехии среди населения, работающего в «Рудных горах» было замечено, что рабочие, проработавшие на шахтах несколько лет, умирали по неизвестным причинам. Местные жители считали это мезгие злых духов гор и говорили о загадочных массовых летальных исходах как о «болезни горных духов». Объяснение данного заболевания произошло с установлением негативного воздействия радона, который был зарегистрирован в этих шахтах, на легкие [1].

Научное объяснение нашлось для аномалии, произошедшей в 1986 году, когда небольшое селение, которое находилась рядом с озером Ниос, вымерло. Являясь кратером вулкана, Ниос имеет дно магматического происхождения, сдерживающее, как пробка, смертельную дозу углекислого газа, который выделяется в окружающую среду. Очередной залповый выброс привел к летальному исходу.

Так с весны 2012 года на территории с. Калачи Акмолинской области (Республика Казахстан) у местных жителей были зафиксированы первые случаи массового проявления синдрома «сонной болезни», характеризующегося одинаковыми симптомами: слабость, сонливость, головокружение, нарушение координации движений и частичная потеря памяти. Всем заболевшим был поставлен предварительный диагноз

«энцефалопатия неясной этиологии», прямо указывающий на неоднозначность причин возникновения патологии.

Синдром возник у жителей, проживающих на территории, характеризующейся рядом радиационных факторов, обусловленных естественными и техногенными проявлениями повышенной радиоактивности [2].

В соответствии с Приказом Министерства здравоохранения № 122 в селе Калачи в период с 2013 по 2015 г были проведены комплексные медико–экологические исследования радиационных, нерадиационных и биологических параметров (кровь, волосы, продукты питания).

Для подтверждения уникальности проявления совокупности сложившихся эколого–геохимических факторов на изучаемой территории, рассмотрим и проанализируем полученные анализы.

Апробация работы.

Основные тезисы диссертации докладывались на XX Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (г. Томск, 2016, 2017).

Благодарности:

Автор выражает особую признательность и благодарность научному руководителю доктору геол.-минерал. наук, профессору Леониду Петровичу Рихванову, за ценные советы, терпение, поддержку во всех начинаниях и научное руководство.

Автор благодарен всем сотрудникам кафедры геоэкологии и геохимии за возможность обучения на кафедре, рекомендации, направление на верный путь, проведение лабораторных исследований, поддержку в ходе выполнения работы.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Проявление «сонной болезни» с 2012 года и увеличение числа заболевших привлекло внимание властей, что способствовало проведению пилотных исследований в 2013г. и комплексных медико-экологических исследований 2013-2014 г. По результатам проведенных анализов, теории, о влиянии токсичных соединений и пестицидов, не нашли подтверждения. Определенный обобщенный диагноз: действие ингаляционного токсичного агента был выдвинут специалистами без предположений о природе возникновения и пути воздействия неизвестного агента.

Анализ ранее проведенных результатов исследований по радиационной напряжённости и результатов, проведенных комплексных и пилотных исследований в с.Калачи, а также сопоставление их с геологическими и природно-климатическими факторами может привести к появлению новых объяснений о влиянии возможных факторов на возникновение сонного синдрома.

Таким образом целью данной работы является изучение возможных причин возникновения «сонной болезни» у жителей с.Калачи (Республика Казахстан).

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- выяснить геологические и природно-климатические факторы района расположения с.Калачи;
- проанализировать ранее проведенные радиоэкологические исследования на рассматриваемой территории и дать оценку радиационной напряженности;
- дать интерпретацию полученных данных комплексных-экологических исследований;
- предположить возможную гипотезу о радиационно-химической природе ингаляционных агентов и описать модель, описывающую причину появления негативных факторов.

1. ИСТОРИЯ, СИМПТОМАТИКА, ДИАГНОСТИКА «СОННОЙ БОЛЕЗНИ» С.КАЛАЧИ

С 22 марта 2013 года по 4 мая 2014 года за медицинской помощью в сельскую врачебную амбулаторию обратилось 43 жителя села Калачи Есильского района Акмолинской области различного возраста и профессионального состава с общими симптомами: пошатывание, головокружение, сонливость, кратковременная потеря памяти, нетипично долгий сон. Ввиду характерных особенностей данное заболевание было названо «сонной болезнью». По информации, представленной Минздравом, заболевание, вызванное неизвестными причинами, упоминается как «Энцефалопатия неясной этиологии».

Всего за период с 24 марта 2013 года по 24 ноября 2014 года зарегистрировано 81 больных с диагнозом «Энцефалопатией неясной этиологии» только в с.Калачи.

Последний зарегистрированный случай пришёлся на март 2015 года и с тех пор новых проявлений синдрома не наблюдалось.

В течение двух лет было выявлено 173 случая проявления «сонной болезни», как среди жителей села Калачи, так и в прилегающем к нему Красногорске[3]. В количество учтенных случаев входят повторно зарегистрированные. Анализ зарегистрированных случаев заболеваний позволил выделить следующие особенности проявления «сонной болезни»:

- массовые периодические всплески повального засыпания, имеющие характер «вспышек», которые позволили условно разделить все зарегистрированные случаи на 9 волн;
- локальность заболевания: все пострадавшие являются жителями поселков Калачи и Красногорск;
- прямая зависимость между температурой воздуха и увеличением количества пострадавших, то есть вспышки заболеваний фиксируются в дни, когда происходит резкое потепление осенью, зимой и ранней весной.

Анализируя, представленную специалистами статистику проявления случаев сонного синдрома по месяцам в период с июля 2012 и март 2014 (рис. 1) можно сказать, что в основном пик проявления сонного синдрома отмечается в период зима – весна. Наибольшее количество случаев «сонной болезни» выявлено в декабре.

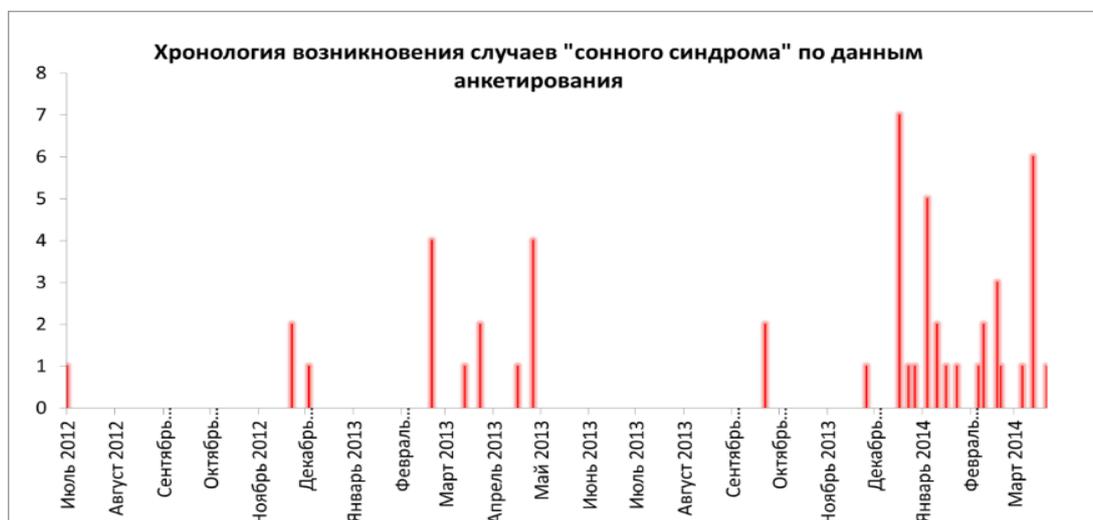


Рисунок 1 - Хронология случаев «Сонного синдрома» [3]

Представленная информация по частоте проявления «сонной болезни» по месяцам (рис. 2) позволяет сделать вывод о проявлении «сонной болезни» в зимние и весенние периоды: с октября по март.

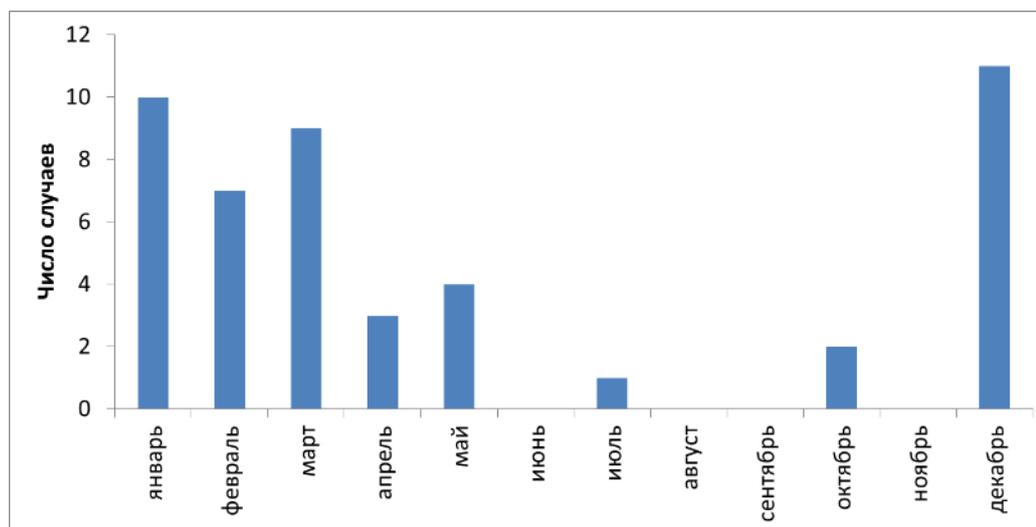


Рисунок 2- Встречаемость случаев «сонной болезни» по месяцам [3]

Данные месяца характеризуются повышенной влажностью в связи с выпадением осадков, увлечением уровня воды в реке в период таяния снегов.

2. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С.КАЛАЧИ

Рассматриваемая территория, на которой возникла «сонная болезнь» — с.Калачи расположена на правом берегу реки Ишим, в 44 км от районного центра поселка Есиль, Есильского района, Акмолинской области Республики Казахстан. Географическое положение: $52^{\circ}15'12.59''$ с. ш. $66^{\circ}32'12.66''$ в. д. В 600 м от с.Калачи находится бывший поселок городского типа Красногорск. С.Калачи входит в состав Красногорской поселковой администрации [4].

По данным переписи 2009 года, в селе проживало 647 человек (323 мужчины и 324 женщины). На момент проявления болезни в с.Калачи проживало ориентировочно 560 человек.

На данный момент основное занятие сельского населения – земледелие, животноводство, огородничество, а Есильский район отнесен к площадям, используемых для выращивания зерновых и огородных культур, частично пастбищные угодья [5].

Климат района резко континентальный. Характеризуется большими колебаниями температуры воздуха. 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. 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%. 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.

3. КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О РАЗРАБОТКЕ ШАХТ НА БАЗЕ ИШИМСКОГО УРАНОВОРУДНОГО УЗЛА

Территория Есильского района входит в состав северо–западного блока Северо–Казахстанской урановорудной провинции, которая характеризуется приподнятым мелкосопочным рельефом, имеющий характер возвышенных участков [5]. В литологическом строении территории принимают участие глинистые грунты, обладающие просадочными свойствами 1 типа.

Границы блока определяются системой региональных ортогональных разломов, которые контролируют размещение гранитоидов различного возраста и состава, а также специализированных на уран метасоматитов, обычно сопутствующих образованию месторождений уран–молибденовой формации [6].

Суммарные запасы Северо–Казахстанской урановорудной провинции составляют 16,5% от общих запасов Казахстана [7]. Данная урановорудная провинция является крупнейшей в мире и включает в себя более 30 урановых месторождений и рудопроявлений урана, объединенных в 7 рудных узлах [2]. Для пород Северного Казахстана характерен достаточно высокий фон урана и тория с отношением U:Th близким 1:4 [8].

Таким образом особенностью территории с.Калачи является его расположение вблизи территорий, на которых с 1960 по 1990 года проводилась разработка Ишимского рудного узла.

Ишимский рудный узел расположен в правобережной части р.Ишим и представлен уран-молибденовым месторождением Ишимское среднего масштаба, которое располагается вблизи с.Калачи (Рисунок 3). Из всех имеющихся шахт, входящих в состав месторождения, ближе всего к территории исследования расположены: шахта №9 примерно в 10 километрах на северо–востоке, шахта № 8 на северо-востоке примерно в 7 километрах, шахта № 1 примерно в 5 километрах на восток-северо-востоке, шахта № 2 в 2.6 километрах на восток-северо-востоке примерно, шахта № 6 примерно на востоке в 2.5 километрах, шахта № 4 на востоке примерно в 1.9 километрах. Месторождение Ишимское на поверхности

проявлено слабо, разведка проводилась в основном подземным способом. При подземной разработки в шахтах проводилась вентиляция и откачка воды. Ориентировочный объем пустот составляет 53 млн.м³.



Рисунок 3– Карта-схема относительного расположения рудника и села Калачи

После полной отработки балансовых запасов месторождений в 1980 году было принято решение о ликвидации обоих рудников. В связи с этим в 1979 г. ВНИПИ Промтехнологии был разработан рабочий проект «Рекультивационные мероприятия промплощадок шахт рудников №1 и №2» [9]. К настоящему времени месторождение отработано и отвалы рекультивированы, однако многочисленные объекты и сооружения, которые входили в инфраструктуру предприятий по добыче урана на месторождении Ишимском до сих пор расположены вблизи исследуемого объекта. После того как шахты были рекультивированы откачка воды не производилась, что было принято во внимание при построении теоретической модели объяснения проявления газовых составляющих «сонной болезни».

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ, РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Радиационное состояние территории Казахстана начало изучаться с конца 40-х годов в связи с поисками месторождений урана. Специализированные же радиоэкологические исследования начались с 90-х годов и проводятся в настоящее время достаточно интенсивно [10].

В данной работе для анализа факторов возникновения «сонной болезни» были приняты во внимание результаты проведенных измерений в период 2004 – 2008 годов организацией АО «Волковгеология» и результатов радиологической съемки, проведенных с 2008 по 2011 год, компанией ТОО «ЭКОСЕРВИС–С». Проведенные исследования свидетельствуют о радиационной напряженности исследуемой территории в результате влияния естественных и техногенных составляющих – рекультивированные урановые рудники месторождения Ишимского [2].

4.1 Результаты ранее проведенной радиогидролитохимической съемки 2004 —2008 (АО «Волковгеология»)

В 2004 – 2008 гг АО «Волковгеология» при выполнении работ по программе «Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан» в качестве одного из направлений проводило исследования и по оценке радоноопасности [5]. Результаты работ относительно исследуемого Есильского района, в котором располагается с.Калачи, представлены рядом карт, выполненных в масштабе 1: 1000000.

Исследуемая территория с.Калачи располагается в зоне высокого радиоэкологического риска (зона А –I), что, следует исходя из (рис. 4).

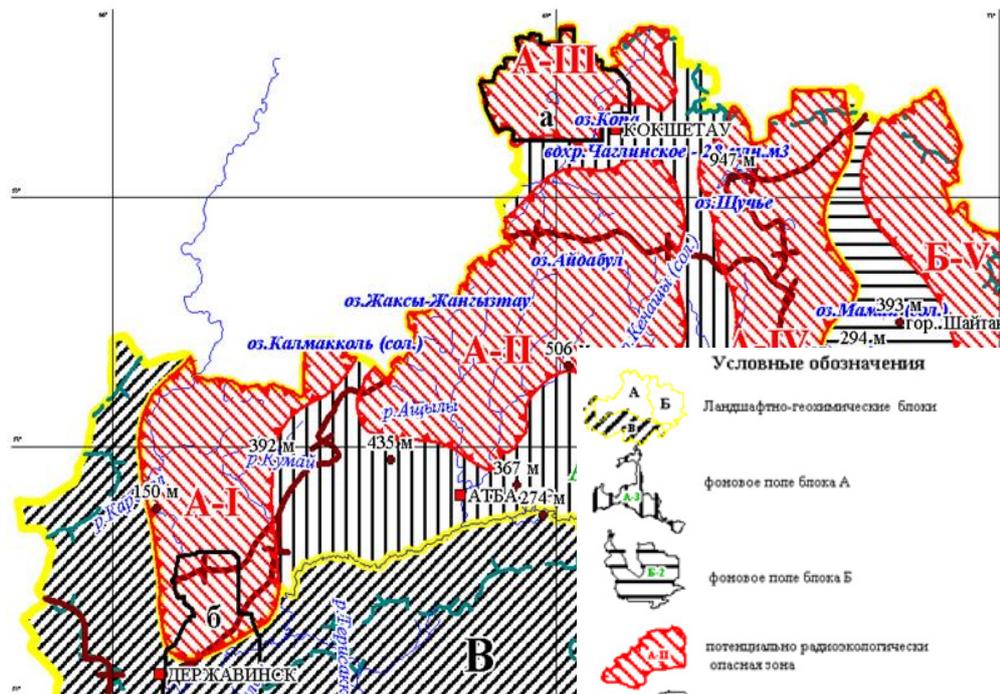


Рисунок 4 – Фрагмент расположения ландшафтно–радиогеохимических блоков на территории Акмолинской области. Масштаб 1: 2 000 000.

АО «Волковгеология», 2008 год.

Радиоэкологическая напряженность характеризуется наличием на северо–западе от исследуемой территории с.Калачи геологическими формациями с высоким содержанием урана и тория ($U > 10$ г/т; $Th > 35$ г/т) (рис. 5).

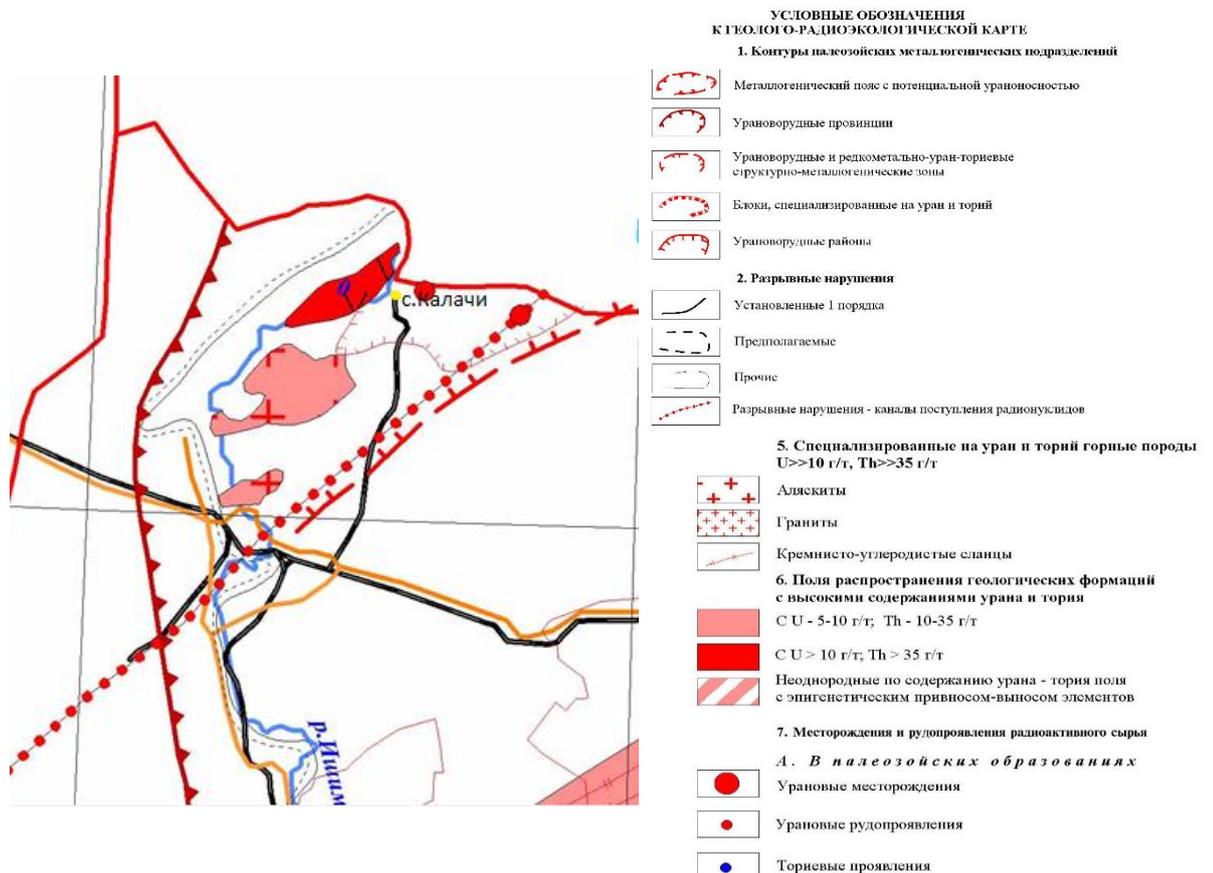


Рисунок 5 – Фрагмент геолого-радиоэкологической карты Акмолинской области. Масштаб 1: 1 000 000. АО «Волковгеология», 2008 год

По ранее приведенной информации, вблизи территории с.Калачи, в связи с наличием запасов урана, соответствующим промышленным значением, проводилась добыча урановых руд. На карте расположения объектов радиационного контроля (рис. 6) видно, что Ишимский рудник отмечен как объект разработки радиоактивных руд и рядом располагаются нерекультивированные отвалы.

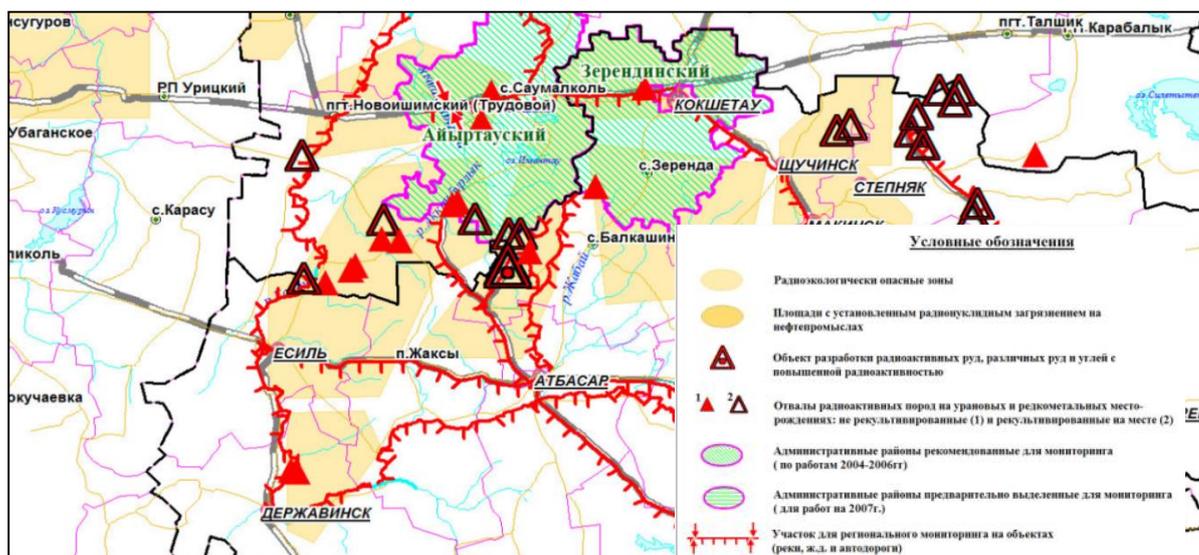


Рисунок 6 – Фрагмент карты расположения объектов радиационного контроля на территории Казахстана (Акмолинская область). Масштаб 1:4 000 000. АО «Волковгеология», 2007 год

В связи с наличием вышеперечисленных естественных и техногенных радиационных факторов можно предположить, что на территории возможен высокий выход $Rn\ 222$ с поверхности, что подтверждается приведенным фрагментом карты по данным исследования АО «Волковгеология» (рис. 7)

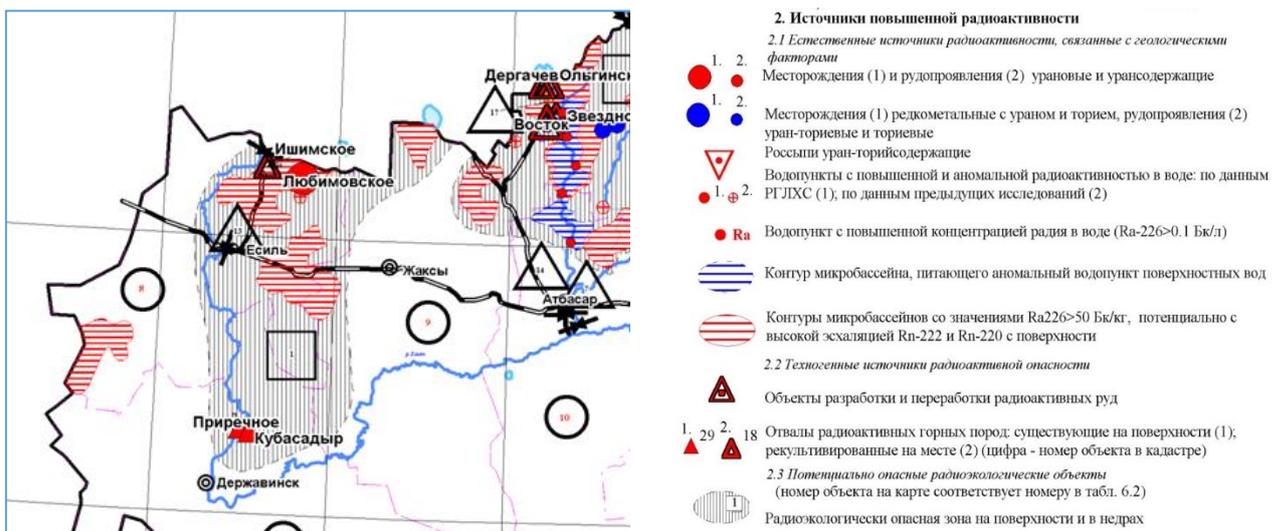


Рисунок 7 – Фрагмент карты радиозоологической напряженности в Акмолинской области. Масштаб 1: 1 000 000. АО «Волковгеология», 2008 год

В источнике [5] в виде картографического материала представлены карты комплексных исследований некоторых химических элементов в донных осадках. По результатам анализа этих карт была составлена таблица содержания этих химических элементов на территории с.Калачи.

Таблица 1 – Содержание некоторых химически элементах в донных осадках на территории с.Калачи по результатам анализа карт АО «Волковгеология»

Измеряемая величина	Суммарная альфа активность в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность Cs137 в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность U238 в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность Th 234 в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность Rn226 в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность K40 в донных осадках (Бк/кг)	Удельная активность Th 232 в донных осадках (Бк/кг)
Значение	750–1000	0 – 10	25–50	50–75	40–50	500-600	50–75
Измеряемая величина	Удельная активность Th 228 в донных осадках (Бк/кг)	МЭД от природных радионуклидов (мкЗв/ч)	Концентрация As в донных осадках (мг/кг) Среднее 5 – 17 мг/кг [11]	Концентрация Pb в донных осадках (мг/кг) Среднее 30 мг/кг [11]	Удельная альфа–радиоактивность природных поверхностных вод (Бк/л)	Удельная бета–радиоактивность природных поверхностных вод (Бк/л)	Удельная активность Rn 228 в донных осадках (Бк/кг)
Значение	30–40	0.07 – 0.1	0-20	40-60	0 – 0.1	1-2	30–40
Измеряемая величина	Удельная активность Ra 226 в природных водах (Бк/л)	Удельная активность U 238 в сухих остатках (Бк/кг)	Концентрация ртути (Hg) в природных водах (мкг/л) Норма 0.0005 мг/л [12]	Концентрация кадмия (Cd) в природных водах (мкг/л) Норма 1 мг/л [12]	Концентрация селена (Se) в природных водах (мкг/л) Норма: 0.01 мг/л [12]	Концентрация мышьяка (As) в природных водах (мкг/л) Норма: 0.1 мг/л [12]	Удельная активность U 238 в природных водах (Бк/л)
Значение	0 – 0.05	50-100	0-1	0 - 1	5 - 10	0 – 5	0.1 – 0.25
Измеряемая величина	Концентрация свинца (Pb) в природных водах (мкг/л) Норма: 0.01 мг/л [12]	Концентрация цинка (Zn) в природных водах (мкг/л) Норма 5 мг/л [12]	Концентрация меди (Cu) в природных водах (мкг/л) Норма 1 мг/л [12]	Концентрация NO ₃ в природных водах (мг/л) Норма 0.1 мг/л [12]	Концентрация NO ₂ в природных водах (мг/л) Норма 0.5 мг/л [12]	Значения pH	Концентрация молибдена (Mo) в природных водах (мкг/л) Норма 0.07 мг/л [12]
Значение	2–2.5	10-15	10-25	0 – 5	5 – 10	0.2–0.4	0–5

Результаты радиогидролитохимической съемки донных осадков, выполненные в районе с.Калачи, выявили относительно повышенные концентрации мышьяка и свинца в донных осадках, концентрации селена равны норме содержания селена в питьевых водах, а концентрации ртути немного выше значений в сравнении с данными нормами. результаты проведенных исследований АО «Волковгеология» подтверждают расположение территории с.Калачи в потенциально радиоэкологически опасной зоне, которая характеризуется наличием целого ряда радиационных факторов, обусловленных естественными и техногенными проявлениями повышенной радиоактивности, главными из которых являются участок аномальных повышений природной радиоактивности, урановые месторождения и рудопроявления, а также многолетняя масштабная деятельность по добыче урановых руд.

4.2 Результаты проведенной радиологической съемки 2008 – 2011 (ЭКОСЕРВИС - С)

С 2008 по 2011 на территории Казахстана компанией ТОО «ЭКОСЕРВИС – С» были проведены работы, направленные на радиационное исследование 4700 сельских населенных пунктов (65% от общего количества в Республике Казахстан) в число которых входили населенные пункты Акмолинской области. Тема исследования: «Проведение радиационного мониторинга сельских населенных пунктов». В ходе исследования среди населенных пунктов были измерены альфа– и бета–активности питьевых водоисточников и активности радона в воздухе помещений [13, 14]. По результатам измерений населённые пункты Акмолинской области превышали нормативные значения.

По ряду измеренных признаков на территории Акмолинской области выделен северо–западный блок, характеризующийся наиболее выраженной радиационной напряженностью. Исходя из рисунка 8 исследуемая территория с.Калачи входит в Северо – западный блок.

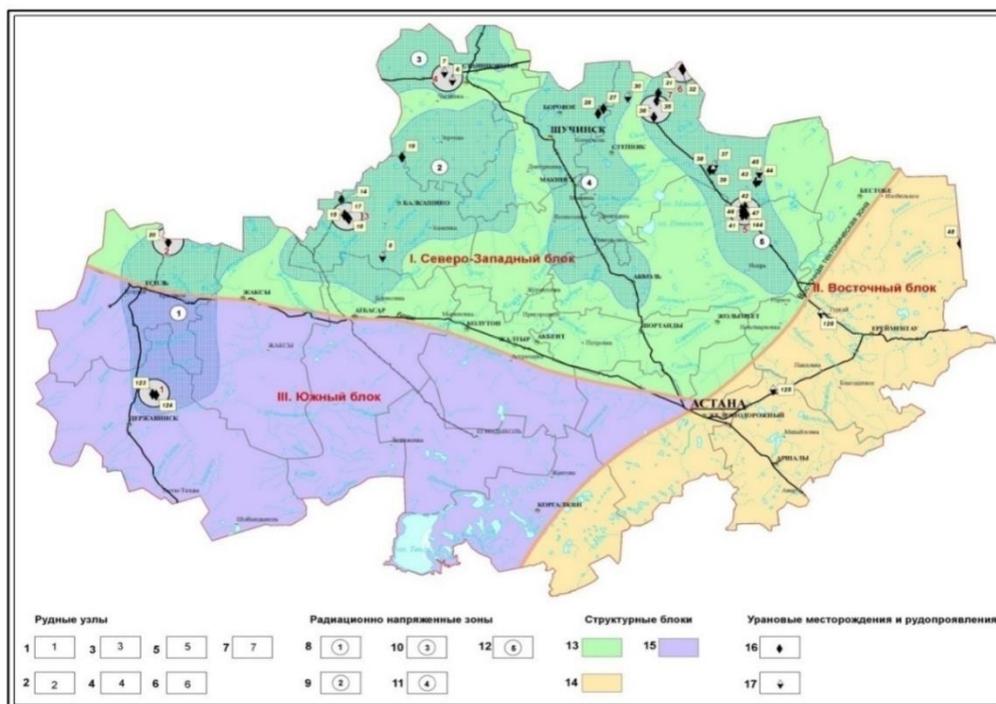


Рисунок 8 - Карта районирования территории Акмолинской области по природно-геологическим характеристикам и радоноопасности [15]

После выполнений исследований было выявлено превышение альфа – активности в питьевых водоисточниках и активности радона в воздухе помещений в 322 поселках из 1223 Акмолинской области [13]. Данная информация подтверждает возможное ингаляционное воздействие радона, что делает этот факт основным в рассмотрении возможных случаях возникновения «сонной болезни».

Результаты проведенных исследований позволили оценить радиационную ситуацию и представить ее в виде карт радиоэкологической изученности и радиационной напряженности (рис. 9), которые отражают радиоэкологическую ситуацию на большей (наиболее населенной) части Казахстана. Исходя из полученной карты можно заметить, что с.Калачи находится на наиболее радиологически опасной территории.

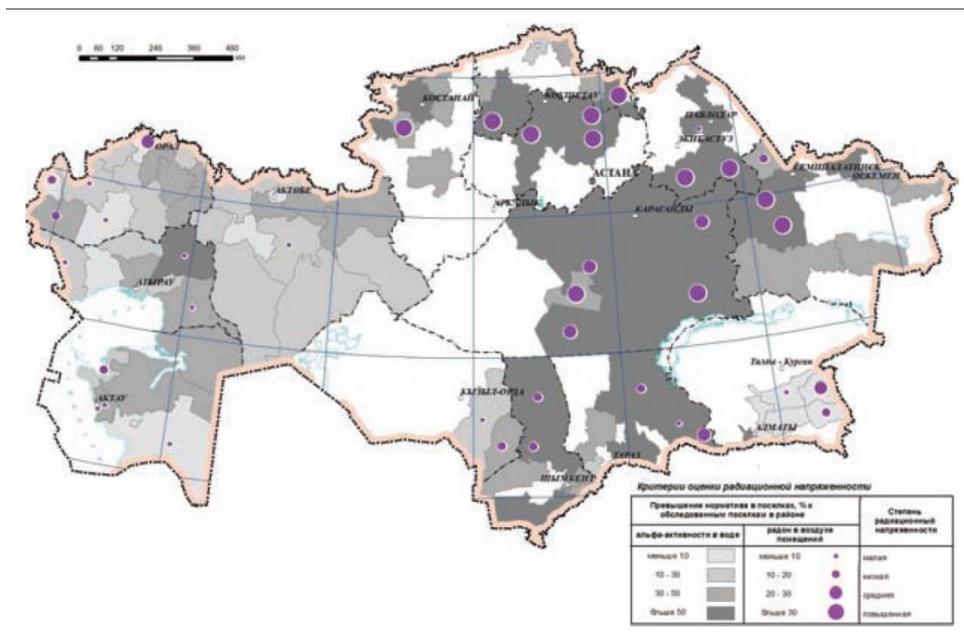


Рисунок 9 -Карта радиационной напряженности Казахстана по состоянию на 2013 г. ТОО «ЭКОСЕРВИС – С»

Также была проведена связь геологической структуры с радоноопасными зонами (измеренными активностями радона). Из проведенных исследований было выявлено, что зоны повышенной радоноопасности связаны не только с пространственным расположением рудных узлов, а также зависят от природно-геологических (в т.ч. геолого-структурными) факторов [16, 13].

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

В данной главе были использованы данные, полученные в результате проведенных комплексных экологических исследований Национальным ядерным центром Республики Казахстан, НИИ радиационной медицины и экологии МЗ и СР РК, научно-практическим центром санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга для обобщения и анализа основных показателей экологической ситуации и их воздействия на население изучаемой территории.

Комплексные экологические исследования включают в себя анализы результатов измеренных радиационных параметров, нерадиационных и биосубстратов населения. К радиационным параметрам относятся измерения мощности экспозиционной дозы и ЭРОА (эквивалентная равновесная объемная активность) радона мгновенные и суточные измерения в жилых и подвальных помещениях, содержание естественных и техногенных радионуклидов в питьевой воде, пищевых продуктах и почве. К числу нерадиационных параметров относятся измерения состава газов в атмосфере.

В ходе исследования биосубстратов, были выборочно отобраны образцы волос и крови жителей с.Калачи для проведения анализа на содержание массовых долей химических элементов в волосах и крови (анализ ISP MS). Для подтверждения влияния антропогенных факторов на жителей с.Калачи были проведены цитогенетические тестирования (микроядра и хромосомные aberrации).

5.1 Результаты и анализ измерений радиационных показателей

Материалами для изучения радиационных показателей экологической обстановки села Калачи послужили отчеты и протоколы измерений, проведенных в период марта 2013 – октября 2014 гг. на территории села специалистами вышеназванных организаций. Используемое оборудование при измерении радиационных параметров: дозиметр ДКГ-03Д «Грач»,

дозиметр-радиометр «ДРБП-03», радиометр радона и его дочерних продуктов распада «Рамон-02».

Мощность экспозиционной дозы

В зависимости от высоты над уровнем моря и геологического строения каждому изучаемому району присущ свой радиационный фон. Исходя из общепринятых норм НРБ и Согласно Приказу министра охраны окружающей среды Республики Казахстан [17], уровень безопасных величин мощности экспозиционной дозы для тела человека, когда «радиационный фон в норме» находится до 0.2 мкЗв/час (или 20мкР/час). Верхний предел допустимой мощности дозы – 0.5 мкЗв/час (или 50мкР/час).

В рамках краткосрочной программы сотрудниками Национального ядерного центра было выполнено обследование 163 домов на территории с.Калачи. Значения МЭД в домах находились в диапазоне от 0.10 до 0.20 мкЗв/ч. Карта отбора проб представлена на рис.



Рисунок 10 - Пространственное распределение значений МЭД в поселке Калачи (на основе результатов измерений Национальным ядерным центром Республики Казахстан)

Гамма-фон был оценен вышеназванными специалистами как невысокий, не смотря на наличие на территории значений, представляющих границы для нормального гамма – фона.

Сравнительный анализ мощности эквивалентной дозы в поселке Калачи и значений мощности эквивалентной дозы в населенных пунктах Акмолинской области (рисунок 11) оценен как средний в сравнении с другими населенными пунктами области. Стоит отметить, что данное сравнение не является корректным по причине неактуальных данных для сравнения.

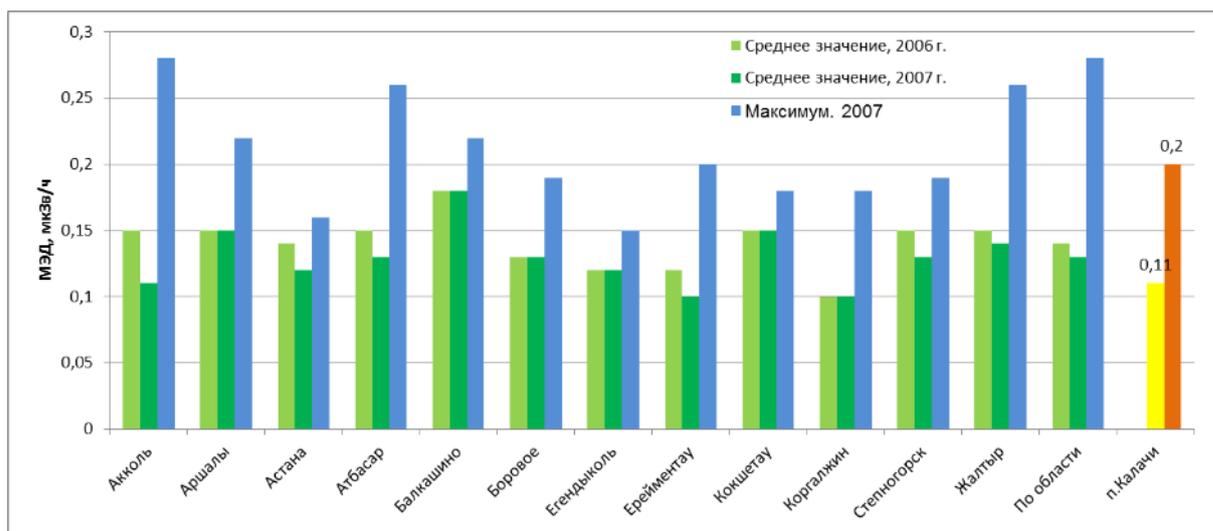


Рисунок 11 - Значения МЭД в населенных пунктах Акмолинской области

В период с марта 2013 по октябрь 2014 на территории с.Калачи были проделаны более масштабные работы специалистами ГУ «Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области, Управления Государственного санитарно-эпидемиологического надзора по Есильскому району, РКП «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга». Насчитывалось более 2080 измерений из которых следовало,

что мощность измеренной экспозиционной дозы на территории села Калачи находится в пределах:

0.06-0.19 мкЗв/час на открытой местности,

0.06-0.22 мкЗв/час внутри жилых помещений,

0.07-0.12 мкЗв/час внутри других помещений.

Это подтверждает вышеприведенные выводы о мощности экспозиционной дозы на территории села Калачи (на открытой местности, внутри жилых и других помещений) ниже предельно допустимых значений.

МЭД в районе культивированных урановых шахт находится в пределах 0.15-0.38 мкЗв/час, с максимумом в 4.51 мкЗв/ч у шахты № 6.

Повышенный уровень гамма-излучения в районе шахт является характерным для урансодержащих пород. Пиковые значения на шестой шахте объясняются наличием вблизи отвалов породы.

Также были проведены 40 замеров плотности потока альфа-частиц в и вне жилых помещений, наибольшая плотность частиц в помещениях составила 0.492 альфа-частиц/мин*см² (улица Ленина 19/2), а вне жилых помещений составила 2.837 альфа-частиц/мин*см², что в 5.8 раз больше, чем плотность потока в жилых помещениях. Норма, принятая для радиоактивного загрязнения поверхности материалов 0.04 Бк/см² для альфа-излучающих радионуклидов[18]. Сравнивая полученные значения, можно выявить относительно небольшое превышение нормы, а значит помещения, в которых проводились измерения загрязнены.

Измерения плотности потока бета-частиц в жилых помещениях показывают максимум 12.852 бета-частицы/мин*см². В окружающей среде максимальный показатель составил 15.694 бета-частицы/мин* см². Исходя из норм [18] поверхности, используемые в хозяйственной деятельности не должны превышать 0.4 Бк/см² для бета-излучающих радионуклидов.

Объемная активность радона внутри жилых домов и других помещений

Объём и результаты исследований эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в рамках краткосрочной программы с

29 марта по 11 апреля 2014 года, проведенной Национальным ядерным центром, показали довольно широкий диапазон варьирования значений ЭРОА ^{222}Rn (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона в воздухе жилых помещений и погребов (на основе результатов измерений Национальным ядерным центром Республики Казахстан)

Место измерения	Значения ЭРОА ^{222}Rn , Бк/м ³ (норма 200 Бк/м ³)
Жилые комнаты	8-1400 *
Погреб, подвалы	8-15000 *

Фоновый уровень содержания радона вне помещений равен 4-8 Бк/м³.

Согласно гигиеническому нормативу [17], 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.

Превышения нормативных величин радона на данной территории является очевидным фактом, который был подтвержден ранее проведенными исследованиями ОА «Волковгеология» и ТОО «ЭКОСЕРВИС-С». На рисунке показано пространственное распределение значений ЭРОА радона в поселке, измеренные в комнатах и погребах.

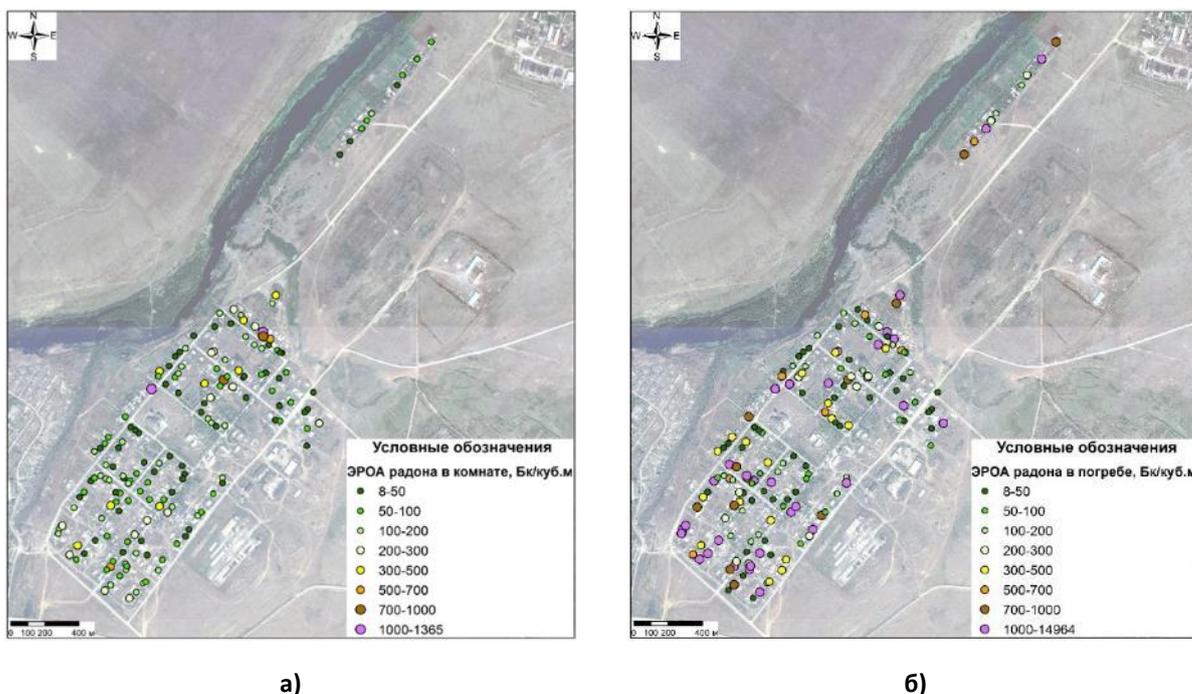


Рисунок 12-Пространственное распределение ЭРОА радона в комнатах (а) и погребах (подвалах) (б) (на основе результатов измерений Национальным ядерным центром Республики Казахстан)

Объём и результаты исследований эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона, проведенные в период с марта 2013 по октябрь 2014 в помещениях и погребах села Калачи 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», приведены в таблице.

Таблица 3– Объем и результаты эквивалентной равновесной объемной активности радона (Бк/м³) в помещениях с. Калачи

№ п/п	Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение
1	Жилые комнаты	313	18 - 1521	186
2	Погреба, подвалы	46	35 - 10991	740

Полученные значения варьируют в диапазоне от 18 до 10991 Бк/м³ при ПДК равной 200 Бк/м³. Всего из 59 исследованных зданий (жилых и социального значения) в 20 % зданий средние значения ЭРОА радона не

удовлетворяют требованиям существующих нормативов [17]. Стоит сказать, что данные мгновенные значения проводились в домах людей, которые переболели «сонной болезнью», а также которые в домах, в которых не наблюдалось проявление данных симптомов.

На рисунке представлен график усредненных значений уровней ЭРОА радона в жилых помещениях села Калачи по месяцам за данный период измерений.

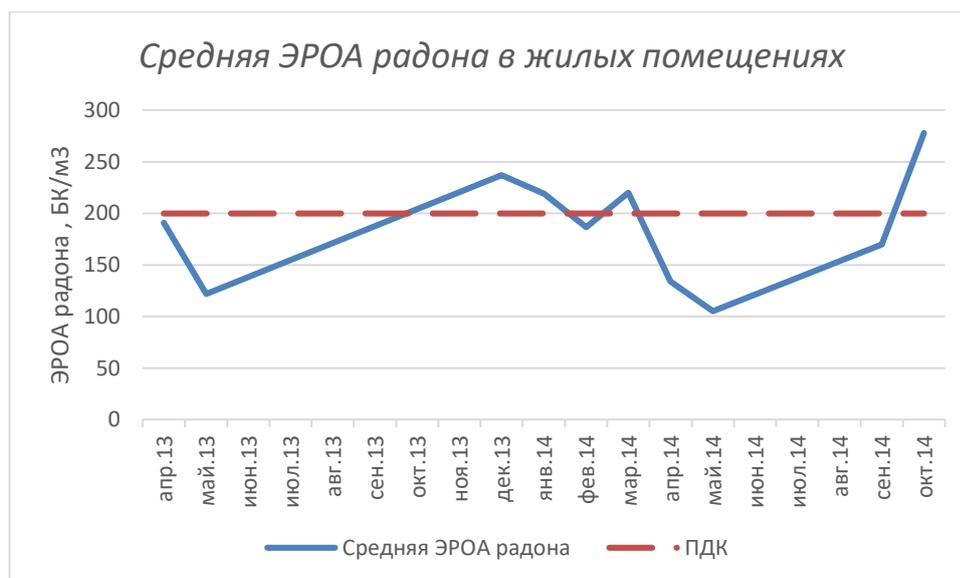


Рисунок 13 – Средняя ЭРОА радона во всех жилых помещениях села Калачи с апреля 2013 по октябрь 2014(на основе результатов измерений «Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области и др.)

Оценивая средние показатели можно прийти к выводу, что среднее содержание радона в жилых домах ниже 200 Бк/м^3 , полученные усредненные значения не опускаются ниже 100 Бк/м^3 , тогда как на большей части территории Казахстана этот показатель в 2 раза меньше.

Также из данного графика следует отметить, что выбросы радона носят залповый характер и его содержание в воздухе увеличивается в период зимних и весенних месяцах, а именно: январь, апрель, март, сентябрь, октябрь, декабрь. Стоит отметить, что именно в эти месяцы наблюдались

проявления «сонной болезни», что может указывать на то, что радон является одним из возможных факторов возникновения сонного синдрома.

Для более наглядной демонстрации залпового характера выбросов радона можно сравнить максимальные и усреднённые показатели ЭРОА, представленные на рисунке 14.

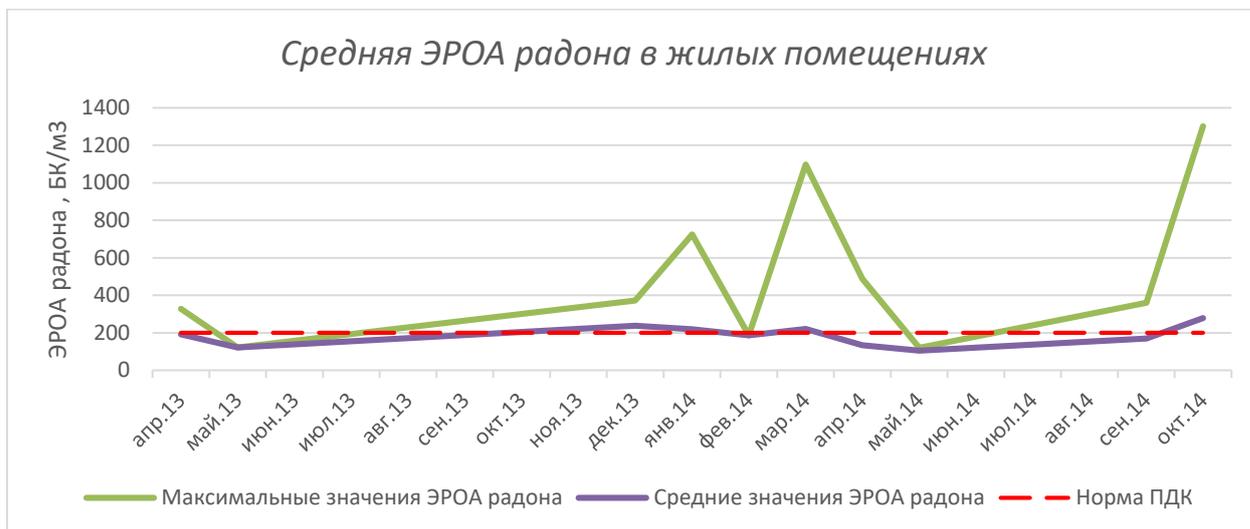


Рисунок 14 – Сравнительный график средних и максимальных значений ЭРОА радона в жилых помещениях села Калачи (на основе результатов измерений Национальным Ядерным Центром Республики Казахстан)

Как видно из этого графика, имели место резкие, скачкообразные превышения уровня ПДК радона в воздухе жилых помещений. Данный график также иллюстрирует повышение концентрации радона в периоды с октября по май.

Залповые выбросы в сентябре подтверждаются проведенными измерениями в осенний период 2015 года на территории с.Калачи специалистами. Результаты приведенных измерений представлены в таблице. Таблица 4 - Результаты измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона в воздухе в осенний период 2015 года (на основе результатов измерений Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области, Управления Государственного санитарно-эпидемиологического надзора и др.)

№ п/п	Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение
-------	-----------	----------------------	------------------	------------------

1	Жилые комнаты	26	20 - 1212	211
2	Подвалы	19	30 - 1662	290
3	Погреб (вне зданий)	5	30 - 1010	642
4	Огороды	34	7 - 120	30
5	Развалины	12	6 - 108	40

Из 26 точек замеров в жилых помещениях с постоянным проживанием жителей, в 27% случаев (в 7 точках) полученные значения ЭРОА радона не удовлетворяют требованиям существующих нормативов.

На рисунке 15 представлен сравнительный график уровней объёмной активности радона, распределённых по точкам проведения замеров, в воздухе жилых помещений и в соотношении с ПДК.

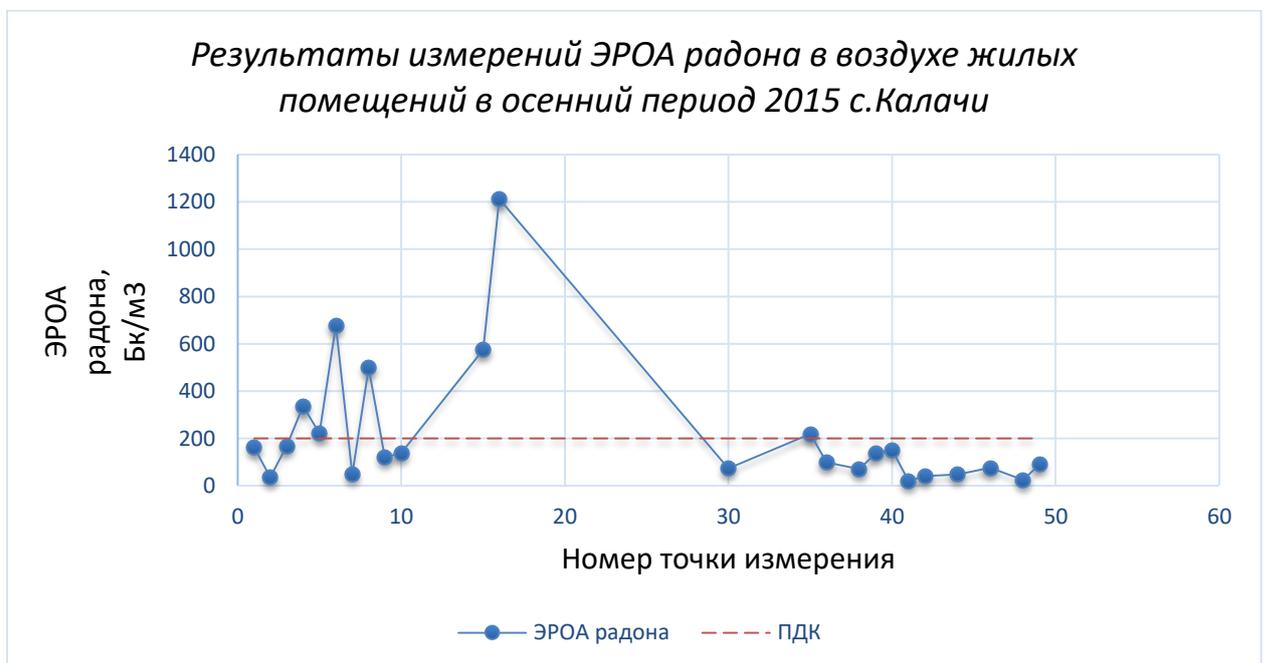


Рисунок 15 – Уровень ЭРОА радона в воздухе жилых помещений села Калачи в осенний период 2015 года

По результатам проведенных измерений на точках наблюдаются широкий диапазон значений выхода радона, что подтверждает залповые выбросы на территории с.Калачи. На рисунке 16 представлена карта распределения ЭРОА радона в воздухе жилых помещений с. Калачи, выполненная по результатам измерений.

*Карта объёмной активности радона в воздухе жилых помещений
с. Калачи, октябрь 2015*

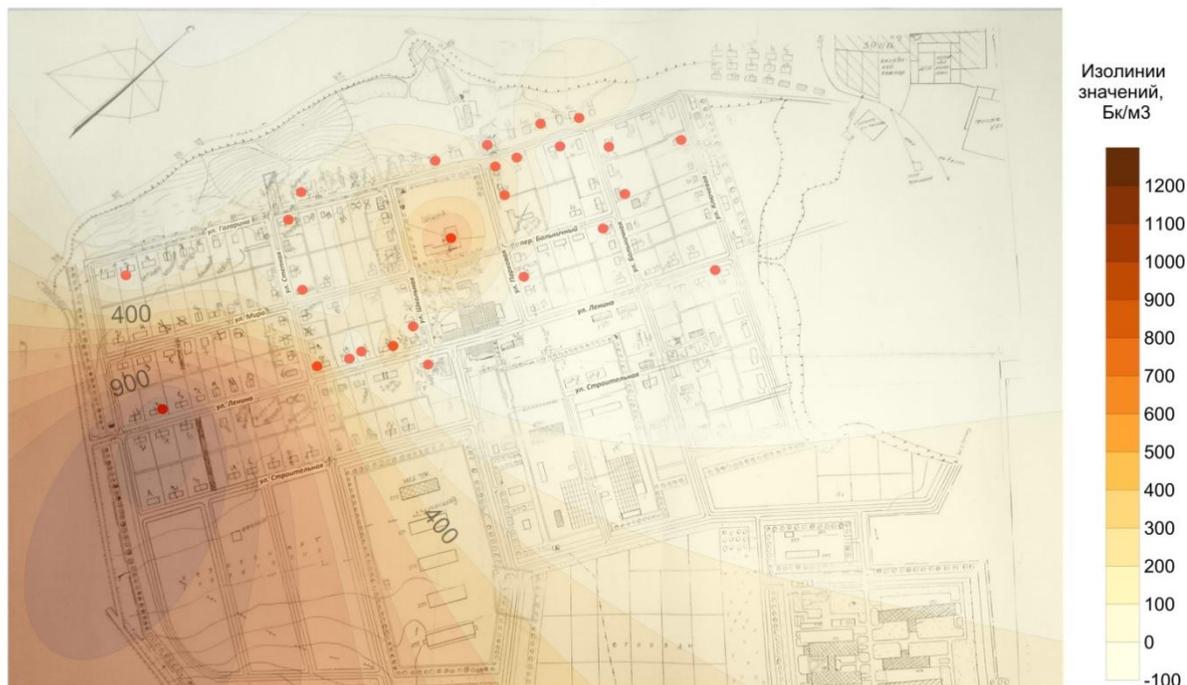


Рисунок 16 - Карта распределения ЭРОА радона в воздухе жилых помещений с. Калачи (на основе результатов измерений «Департамент Комитета Государственного санитарно-эпидемиологического надзора» по Акмолинской области и др.)

В сравнении с ранее проведёнными исследованиями 2013-2014 гг. средняя объёмная активность радона в жилых помещениях повысилась с 186 до 211 Бк/м³, в то же время средняя ЭРОА радона в подвальных помещениях снизилась с 740 до 642 Бк/м³ (в погребах вне дома) и до 290 (собственно в подвалах). Зафиксированные изменения объёмной активности радона подвержены прямому влиянию погодных условий и температурных перепадов.

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, разница между помещениями для проживания и подвальными помещениями достаточно большая – данный вывод можно сделать исходя из значений ЭРОА радона, представленных в таблицах. Радон

поднимается из подстилающих пород, и, соответственно, накапливается в погребках и подвалах под зданиями, причём в подвальных помещениях ЭРОА района в среднем в несколько раз выше, чем в жилых.

Неравномерность уровней радона в воздухе на протяжении суток видно по графику, изображенному на рисунке 17.

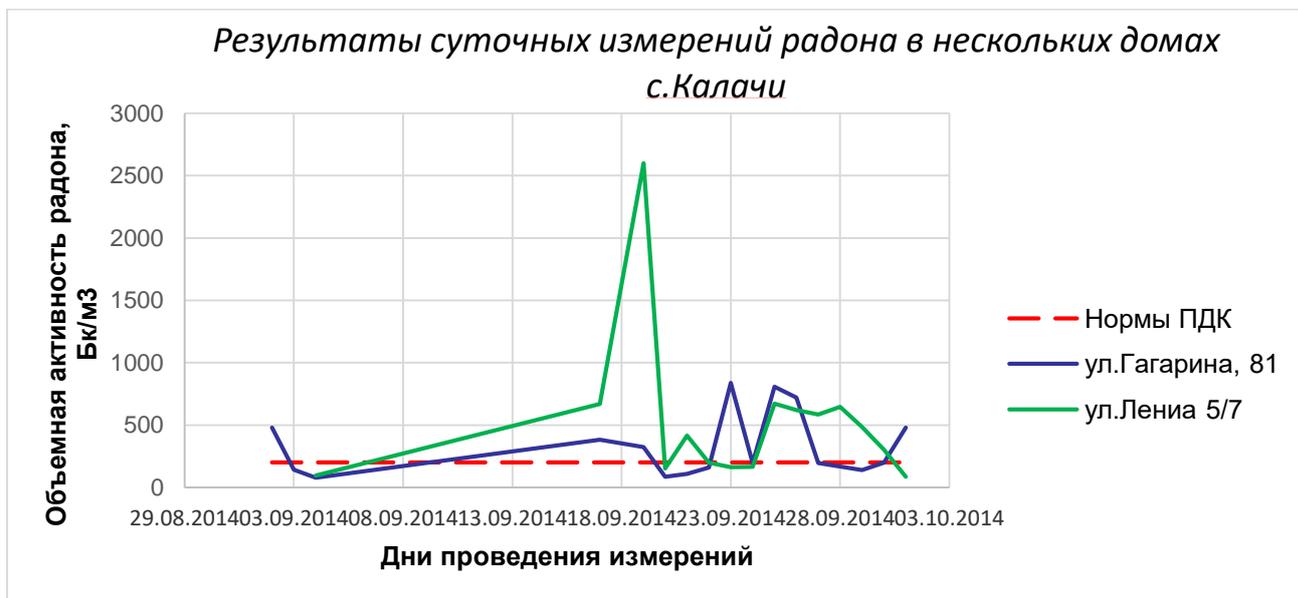


Рисунок 17 - Результаты суточных измерений радона в нескольких домах с.Калачи (на основе результатов измерений Национальным Ядерным Центром Республики Казахстан)

По результатам проведенных измерений была построена карта превышенных содержаний радона в воздухе жилых помещений с точками заболеваний «сонной болезнью» (рис. 18).

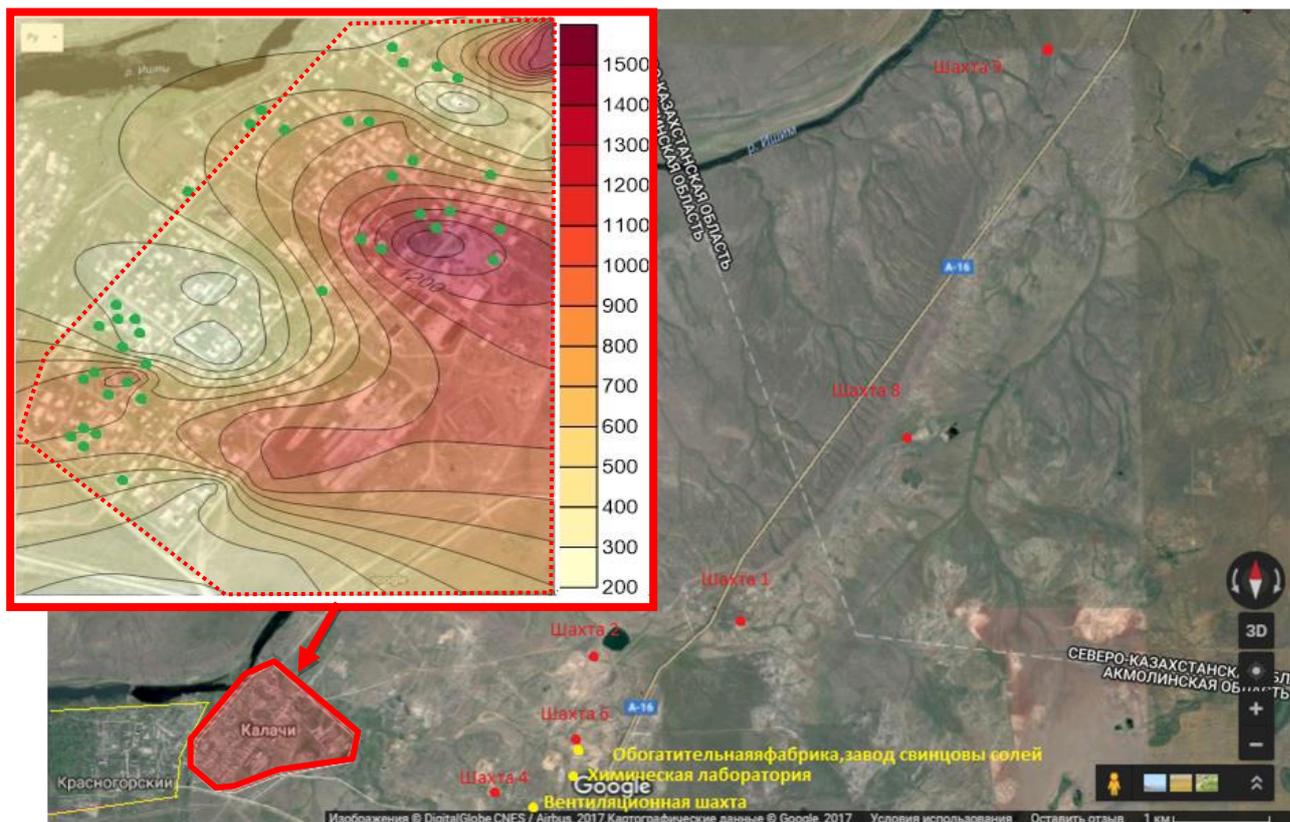


Рисунок 18 - Карта распределения содержания превышенных уровней ПДК радона в воздухе жилых помещений с точками случаев заболеваний (на основе результатов измерений Национальным Ядерным Центром Республики Казахстан)

Исходя их анализа карты ореолы распределения радона лежат по направлению шахт № 2, 4, 6. Также на данной карте видно, что места заболевания населения «сонной болезнью» располагаются в районах, в которых отмечаются превышенные значения ЭРОА радона.

5.2 Результаты и анализ измерений нерадиационных показателей

Результаты измерений концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе и пределы допустимых концентраций (ПДК) приведены в таблице 5. Таблица 5 – Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе села Калачи (на основе результатов измерений 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

За ПДК взяты значения, приведенные в [19]. Анализ таблицы позволяет сделать вывод: 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%).

Были проведены суточные измерения с 24.09.2014 по 5.10.2014 г. концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе (10 точек ежедневных измерений). По результатам измерений выделяются крайне

высокие уровни содержания ацетона, с превышениями ПДК до 2 порядков. Проведенные суточные измерения представлены на рисунке.

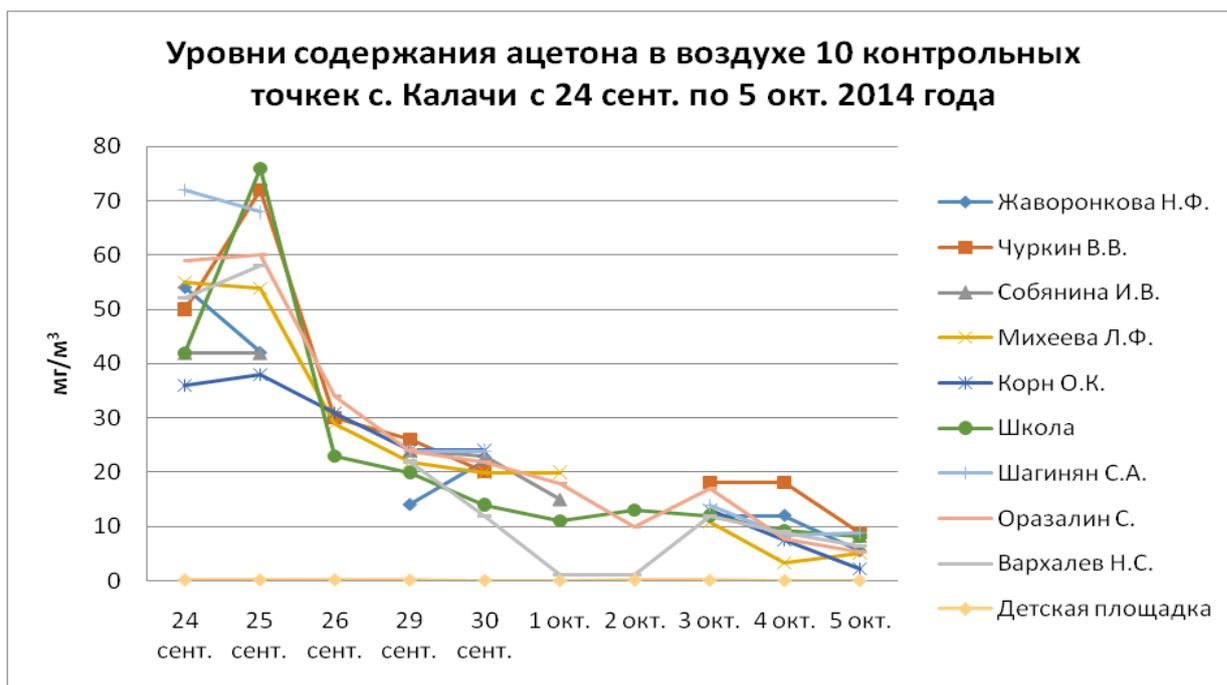


Рисунок 19 – Уровни содержания ацетона в воздухе 10 контрольных точек с. Калачи с 24 сентября по 5 октября 2014 года (на основе результатов измерений Управления Государственного санитарно-эпидемиологического надзора по Есильскому району и др.)

5.3 Анализ результатов исследований биосубстратов жителей с.Калачи

На ряду с нерадиационными и радиационными показателями экологической обстановки с. Калачи был исследован элементный состав объектов окружающей среды и биосубстратов населения с. Калачи.

5.3.1 Анализ результатов микроядерного теста в группах исследования

Для оценки генотоксического воздействия загрязнения атмосферного воздуха применяют специфические тест-системы и методы генетического мониторинга [20]. Одним из таких показателей является микроядерный тест

клеток периферической крови, так как они характеризуются высокой чувствительностью и отображают неблагоприятные изменения окружающей среды [21].

Микроядра возникают из фрагментов хромосом, которые лишены центромер и поэтому исключаются из клеточных ядер в момент деления клеток. Факторы, которые могут привести к изменению микроядер и привести к дальнейшим мутагенным изменениям, могут иметь химическую, биологическую, физическую природу.

Для подтверждения поставленного диагноза (действие ингаляционного токсического агента) группой ученых, были отобраны пробы крови у заболевших жителей - основная группа количестве 46 человек (16 мужчин, 23 женщины, 7 детей), в качестве группы сравнения выступили не заболевшие жители с.Калачи (11 мужчин, 8 женщин, 3 детей) и контрольной группой стали здоровые лица близлежащего районного центра Есиль в количестве 20 человек (9 мужчин, 8 женщин, 3 детей).

Метод исследования: учет микроядер в полихромных эритроцитах.

Результаты подсчета клеток с цитогенетическими нарушениями в трех группах исследования приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Распределение медианы индекса пролиферации у групп исследования [4]

Индивиды	Основная группа n=46	Сравнения группа n =22	Контрольная группа n =20
Мужчины	4.33‰	2.99‰	1.2‰
Женщины	4.7‰	2.0‰	1.0‰
Дети	3.2‰	2.7‰	1.2‰
Итого	4.3‰	2.6‰	1.1‰

Как утверждают специалисты, у здоровых людей средние значения частот клеток с микроядрами в эритроцитах периферической крови не должен превышать 2‰ на 3000 клеток. Соответственно при влиянии токсичного, мутагенного, генотоксичного или цитотоксичного факторов окружающей среды частота микроядер может существенно увеличиваться. В

таблице наблюдается увеличение количества микроядер у группы «заболевших» отмечается у обеих полов и у всех возрастных групп.

По полученным протоколам содержания микроядер в крови жителей с.Калачи был построен график, отражающий показатель содержания микроядер и региональную норму (рис. 20).



Рисунок 20 - Содержание микроядер в крови жителей с.Калачи и норма, принятая в регионе (2.00‰) (график построен по результатам отчета «Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области»)

Таким образом, данный график дает более наглядную картину о содержании микроядер в крови жителей исследуемой территории. Из графика видно, что в большинстве случаев норма превышена в несколько раз. Также имеется результат анализа у одного из «заболевших», значение которого превышает региональную норму в 46 раз. Данный результат можно объяснить аномалией, связанной непосредственно с влиянием окружающей среды пациента или с ошибкой в измерении. Тест на содержание микроядер показал превышение регионального фона, что говорит о том, что жители с.Калачи испытывают влияние химической или радиационной природы. Исходя из результатов измерений нерадиационных показателей увеличение числа микроядер в крови жителей с.Калачи объясняется возможным

воздействием ацетона, окисей углерода и азота, чьи показатели в несколько раз превышали ПДК, а также возможным влиянием радона, уровень которого также превышен на исследуемой территории. Определение влияния радиационного фактора на жителей с.Калачи подтверждается результатами цитогенетических исследований, проведенных по методу хромосомных aberrаций.

5.3.2 Анализ результатов хромосомных aberrаций в группах исследования

Суммарное воздействие разнообразных факторов на генетические процессы в клетках человека могут приводить к структурным повреждениям хромосомного аппарата [22].

Специалистами Научно-исследовательского института радиационной медицины и экологии, за период сентябрь-октябрь 2014 г., проведен сбор биоматериалов для цитогенетических исследований у 91 человека, среди них лица «заболевшие» жители с. Калачи – 49 человек (28 женщин и 22 мужчины) были отнесены к основной группе, «не заболевшие» жители с. Калачи – 22 человека (9 женщин и 13 мужчин) были взяты как «группа сравнения» и в качестве «группы контроля» (жители п. Есиль) – 20 человек (11 мужчин и 9 женщин). Средний возраст в основной группе составил 47.0 ± 0.43 лет; в группе сравнения 44.1 ± 0.9 лет; контрольной – 39.9 ± 1 лет.

За основу для сравнения были взяты результаты обследования 205 клинически здоровых лиц в возрасте 20-50 лет установлена средняя частота хромосомных aberrаций 1.00 ± 0.11 на 1000 клеток.

При анализе результатов наличия хромосомных aberrаций в крови человека, в первую очередь принимается во внимание частота дицентриков и центрических колец, так как увеличение их частоты в основном определяет радиационное воздействие.

Как следует из таблицы 8, число aberrантных метафаз в основной группе («заболевшие») было большим по сравнению с контрольной группой

($t_{\text{кр. Стьюдента}} = 2.64, p < 0.05$) и группой сравнения («не заболевшие») ($t_{\text{кр. Стьюдента}} = 3.62, p < 0.05$), статистически значимых различий по числу aberrantных метафаз между группой сравнения и контрольной группой не обнаружено.

Таблица 8 – Средняя частота цитогенетических показателей в группах исследования [3]

Цитогенетический показатель		Группы исследования		
		Основная группа	Группа сравнения	Контрольная группа
Обследовано		49	22	20
Количество метафаз		3038	1450	1625
Число aberrаций		30±0.18**	3±0.12	6±0.15
Частота хромосомных aberrаций		0,01±0.003**	0.002±0.0006	0.004±0.0002
Доля aberrantных метафаз, %		0.99±0.097	0.20±0.045	0.37±0.061
Число aberrаций на 100 клеток (% от общего числа метафаз)	Все aberrации	0.99±0.097	0.20	0.37
	Дицентрики	0.23±0.048**	0	0
	Фрагменты	0.43±0.065***	0.07±0.026	0.18±0.042
	Делеции	0.06±0.024	0	0
	Пробелы	0.26±0.051	0.140±0.037	0.18±0.042
* - достоверно отличается от контрольной группы ($p < 0.05$)				
** - достоверно отличается от контрольной группы и группы сравнения ($p < 0.05$)				
*** - достоверно отличается от группы сравнения ($p < 0.05$)				

Из таблицы следует, что лица основной группы подвержены влиянию стабильно действующих факторов токсико-генетического риска (в большей степени сочетанное влияние (химической, радиационное)), по сравнению с «не заболевшими» лицами и контрольной группой.

Однако следует уточнить, что жители с.Калачи, в связи с влиянием техногенных и естественных факторов, получают хроническое низкоинтенсивное облучение в малых дозах, что влияет на неоднозначность выводов.

Таким образом, результаты исследования генотоксического влияния неустановленного агента на состояние здоровья населения, проживающего в с. Калачи, Есильского района, указывают на наличие различий в структуре и

уровне цитогенетических нарушений среди «заболевших» лиц, а повышение частоты – дицентрических хромосом, считающихся маркерами радиационного поражения, не исключает влияния повышенного содержания радона в воздухе, в том числе длительность его воздействия. Возрастные, половые особенности не вызывают значительной модификации частоты цитогенетических нарушений.

5.4 Выявление геохимической специализации компонентов природной среды в районе

По результатам проведенных исследований на территории были зафиксированы концентрации радона в воде на уровне от 2 до 180 Бк/л в гидрологических скважинах, при норме 60 Бк/л, результаты измерений в остальных местах отбора проб не превышали нормируемого значения. Проведенные радиохимические исследования специалистами ИРБЭ НЯЦ РК на наличие техногенных радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co , ^{155}Eu , ^{154}Eu , ^{152}Eu и естественных радионуклидов ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U , ^{40}K , ^{214}Pb , ^{226}Ra показали содержание техногенных радионуклидов ниже предела обнаружения в воде (ручьи, водопровод и т.д.), почве (цезий на уровне фона глобальных выпадений) и содержание естественных радионуклидов ниже предела обнаружения в воде и почве.

Также исходя из полученных протоколов испытаний на определение химического состава питьевой воды, почвы, картофеля и моркови, который проводился масс спектральным методом с индуктивно связанной плазмой, следует, что аномальные или превышающие значения ПДК 61-го химического элемента отсутствуют.

На наличие ядохимикатов были исследованы продукты питания (хлеб, мука, яблоко, апельсин), также была исследована почва и вода из водопровода. Ни в одном из исследуемых образцов ядохимикаты не обнаружены.

В почве и в продуктах питания (мука, хлеб, овощи, рыба) измерено содержание токсичных веществ (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк). Уровни содержания свинца (0.0002-0.32 мг/кг) не превышают допустимых значений. Кадмий, мышьяк, ртуть в исследуемых пробах не обнаружены.

На наличие химических элементов была исследована вода из водопровода. Селен, кадмий, мышьяк, марганец, ртуть, сурьма не обнаружены. Цинк, свинец не превышают допустимых значений. Медь в двух пробах не была обнаружена, в одной – не превышает допустимых показателей. Пестициды в воде из водопровода не обнаружены.

В результате масс-спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой определено содержание 62 химических элементов в 20 отобранных пробах крови жителей с. Калачи Национальным ядерным центром Республики Казахстан. Отобранные пробы крови были расшифрованы, проанализированы, соотнесены с расшифрованной и проанализированной базой по содержанию микроядер в крови обследуемых жителей с.Калачи. Расшифровка баз данных проводилась вручную, путем рассмотрения полученных списков учувствовавших в анализе жителей и сопоставления номеров ISPMSанализов крови и волос.

Расшифровка баз данных показала, что не у всех пациентов имеются результаты ISPMS анализа волос, крови и микроядер. Поэтому в данной работе всего были рассмотрены результаты анализов 17 человек.

Результатом анализа базы данных по содержанию химических элементов крови было определение ряда элементов, которые находятся ниже предела определения: $Be < 0.03$, $Al < 5$, $V < 0.05$, $Cr < 0.1$, $Co < 0.005$, $As < 0.09$, $Nd < 0.025$, $Zr < 0.1$, $In < 0.005$, $Sn < 0.1$, $Te < 0.15$, $Cs < 0.005$, $La < 0.002$, $Ce < 0.006$, $Pr < 0.005$, $Nd < 0.025$, $Sm < 0.015$, $Eu < 0.01$, $Gd < 0.01$, $Tb < 0.01$, $Dy < 0.01$, $Ho < 0.005$, $Er < 0.01$, $Tm < 0.005$, $Yb < 0.01$, $Lu < 0.005$, $Hf < 0.015$, $W < 0.017$, $Pt < 0.1$, $Au < 0.02$, $Hg < 0.02$, $Tl < 0.005$, $Bi < 0.006$, $Th < 0.003$ – данные элементы не учитывались при статистическом анализе.

Результатом анализа базы данных по содержанию химических элементов в волосах было определение ряда элементов, которые находятся ниже предела определения: $Be < 0.001$, $Sc < 0.05$, $Cr < 0.1$, $V < 0.1$, $As < 0.09$, $Zr < 0.1$, $Pr < 0.005$, $Sm < 0.015$, $Gd < 0.01$, $W < 0.01$, $Hg < 0.02$, $Th < 0.003$, $Ru < 0.005$, $Rh < 0.005$, $Pd < 0.01$, $In < 0.005$, $Te < 0.15$, $Cs < 0.005$, $Nd < 0.025$, $Eu < 0.01$, $Tb < 0.01$, $Dy < 0.01$, $Ho < 0.005$, $Er < 0.01$, $Tm < 0.005$, $Yb < 0.01$, $Lu < 0.005$, $Hf < 0.015$, $Os < 0.0001$, $Ir < 0.0001$, $Pt < 0.1$, $Au < 0.02$, $Tl < 0.005$, они не учитывались при статистическом анализе.

Для обнаруженных 28 химических элементов, анализируемых в крови и 29 химических элементов, анализируемых в волосах, были найдены коэффициенты корреляции и построены графики корреляционных связей с содержанием микроядер в эритроцитах крови. Коэффициенты корреляции были рассчитаны методом r -Пирсона при уровне значимости $\alpha = 0.05$, а критически значимые величины, при которой корреляционная связь считается значимой для данных по волосам и крови равны соответственно равны 0.55 и 0.53.

Статистический анализ данных по связи содержаний химических элементов в волосах и микроядер в крови показал отсутствие значимых корреляционных связей. Из всех 62 результатов наиболее высокий коэффициент корреляции был получен у Ni и был равен 0.41. Также была предпринята попытка рассмотреть и проанализировать отрицательные коэффициенты корреляции, но среди них не было выявлено значимых значений. Из всех рассмотренных отрицательных значений коэффициентов корреляций наиболее близкий к значимому был выявлен у Na и равен минус 0.49.

Статистический анализ данных по связи содержаний химических элементов и микроядер в крови показал наличие значимых корреляционных связей для Y и Sr . Коэффициенты корреляции для Y и Sr равны соответственно 0.65 и 0.74. Среди отрицательных коэффициентов корреляции было найдено, значение, соответствующее критически значимой

величине у Se и равное минус 0.58. Данные корреляционные связи показаны на рисунке 4.

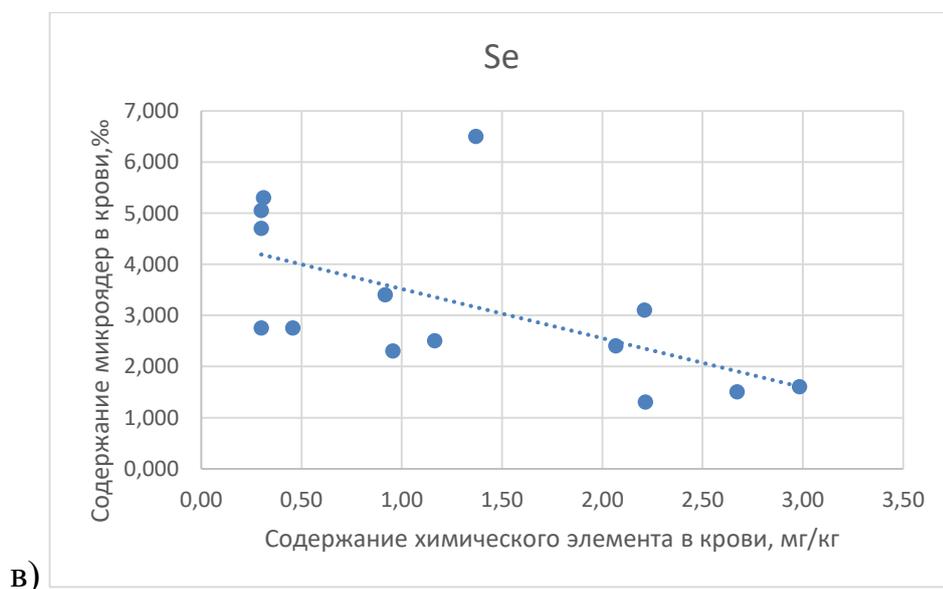
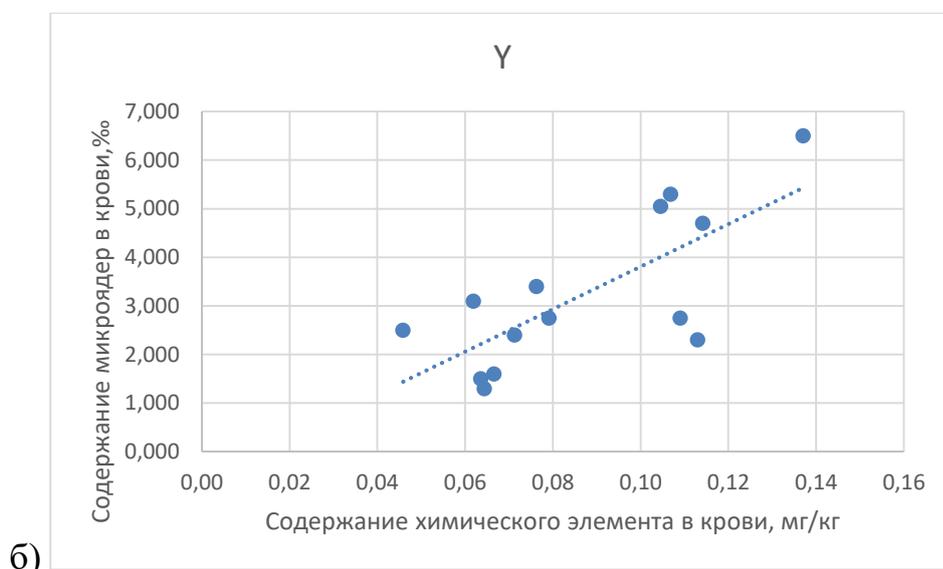
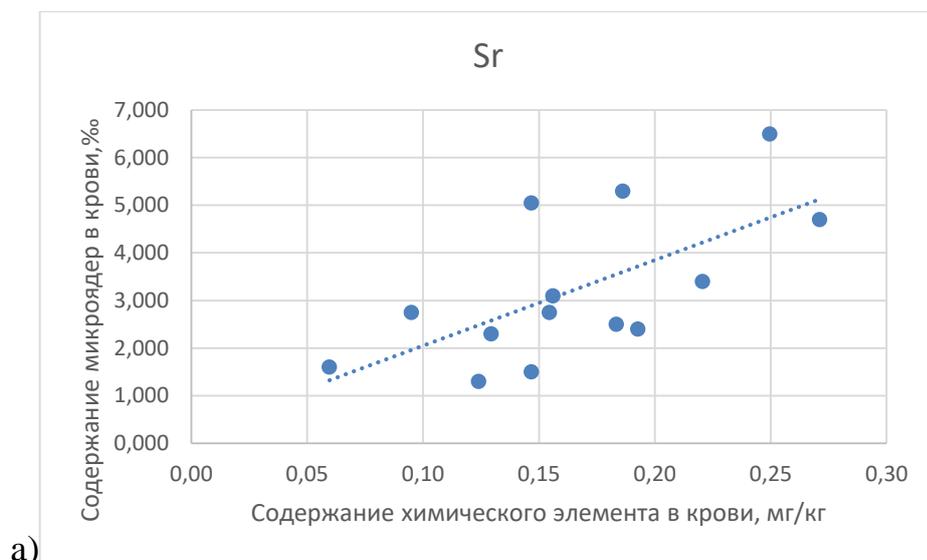


Рисунок 21- Корреляционная связь между содержанием микроядер (‰) и химических элементов (Sr, Y, Se) в крови населения с.Калачи (корреляции построены по результатам анализа на определение содержания элементов в крови «Химико – аналитического центра «Плазма»)

Для обнаруженных 62 химических элементов и микроядер были построены корреляционные зависимости и рассчитаны коэффициенты корреляции методом r- Пирсона для определения связи между химическими элементами и микроядрами, которые содержатся в крови. При этом $\alpha=0.05$, критически значимая величина 0.53. Из полученных результатов были выявлены сильные корреляционные связи относительно содержания в крови Y и Sr. Коэффициенты корреляции для Y и Sr равны соответственно 0.65 и 0.77. Слабые корреляционные связи были обнаружены у Mn, Cu, Zn, - коэффициенты корреляции для них соответственно были равны 0.34, 0.47, 0.36. Среди отрицательных коэффициентов корреляции было найдено, значение, соответствующее критически значимой величине у Se. Данные корреляционные связи показаны на рисунке 4.

Другие зависимости установлены не были. Объяснить существующие взаимосвязь пока не представляется возможным.

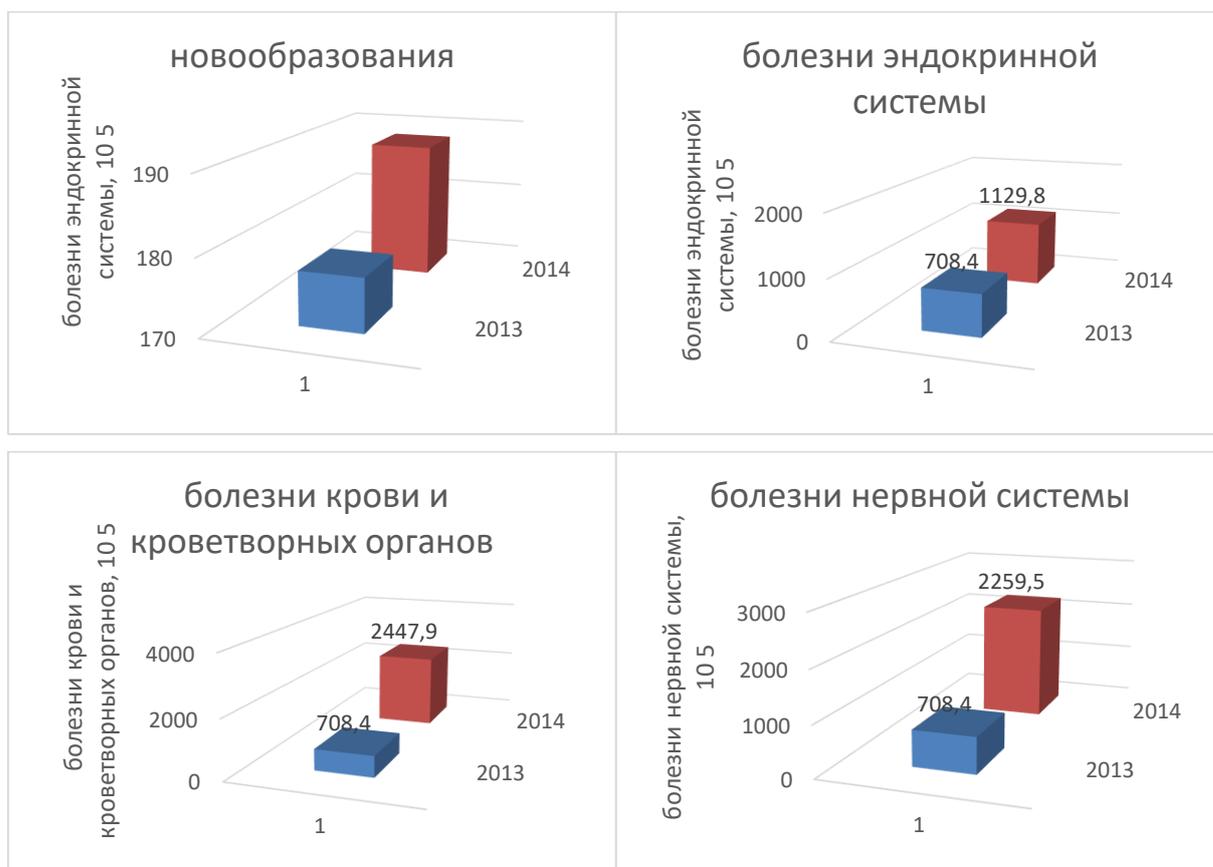
5.5 Дескриптивный эпидемиологический анализ распространённости заболеваний с.Калачи

Следует отметить, что из всего населения, проживающего на территории с. Калачи «сонной болезнью» заболевали не все. С целью выявления возможных причин, по которым происходит выборочное «заражение» сонным синдромом, специалистами (директор НИИ радиационной медицины и экологии, специалисты: Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний; Республиканского научно-практического центра психиатрии, психотерапии и наркологии; Департамента по защите прав потребителей Ақмолинской области; главный внештатный токсиколог МЗ РК) были проведены исследования:

- демографических показателей;
- возрастной структуры;
- структуры общего числа заболеваний;
- причин смертности.

Для населения с.Калачи характерен регрессивный тип, при котором доля лиц в возрасте 50 лет и старше (42.5%) превышает долю детского населения (16.3%) в 2.6 раза [3]. В структуре преобладает население женского пола (51.7%).

Выполняя дескриптивный эпидемиологический анализ распространенности заболеваемости исследуемого населения, основное внимание нами было обращено на те классы заболеваний, которые имеют наиболее высокую чувствительность к действию вредных факторов окружающей среды.



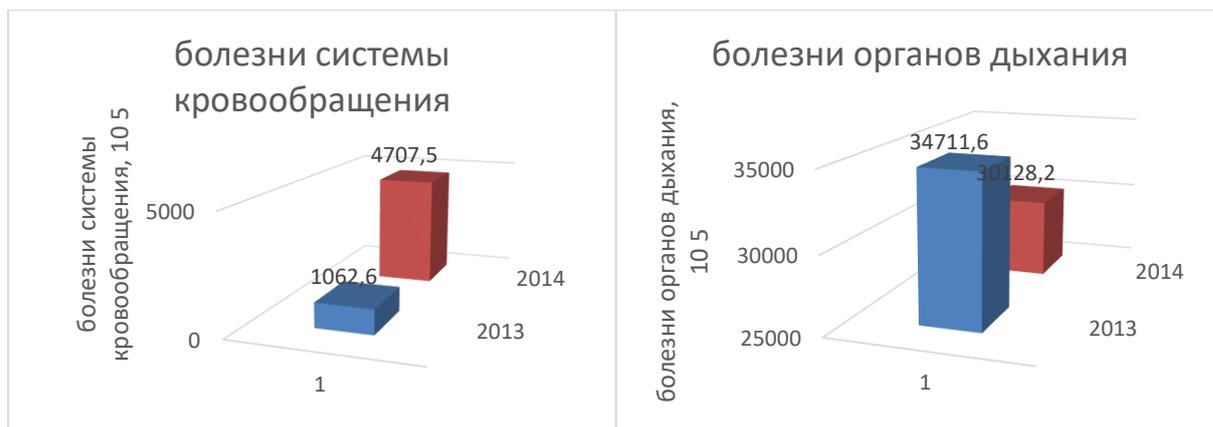


Рисунок 22 – Структура заболеваний населения с. Калачи (случаев на 100 000 населения)

На территории с.Калачи наблюдается повышение числа новообразований среди населения, более чем в три раза увеличились показатели по болезням органов кровообращения и крови, а также по нервной системе в сравнении с 2013 годом. Также анализ данных показал тенденции увеличения числа заболевших наблюдаются по болезням органа пищеварения, мочеполовой системы, кожи.

Все вышеперечисленные болезни органов пищеварения, нервной системы (заболеваемость увеличилась более чем в 3 раза), иммунитета, системы кровообращения (заболеваемость увеличилась более чем в 4 раза) были приняты при рассмотрении для анализа механизма формирования «сонной болезни».

Почти в 10 раз был увеличен показатель относительно рассматриваемых промежутков времени по болезням глаза, что возможно является ошибкой в предоставленных данных или аномальной особенностью изучаемо территории. Но не смотря на несовершенства регистрации случаев заболевания можно сказать о четко выделяющихся тенденциях увеличения основополагающих показателей, отражающих токсическое ингаляционное воздействие вредных факторов среды с последующим влиянием на систему кровообращения и нервную систему.

Также специалистами предоставлены материалы по причинам смерти население с.Калачи.



Рисунок 23 –Показатели смертности населения с. Калачи (случаев на 100 000 населения)

Анализируя данную информацию статистические данные по болезням органов дыхания, сердца и системы кровообращения предоставляют больший интерес для этой работы, так как являются непосредственным показателем воздействия одного типа токсиканта как одной из возможных причин возникновения «сонной болезни». Заболевание органов дыхания наталкивает на мысль на ингаляционный вид проникновения, а также через органы пищеварения, а вероятный вид отравляющего вещества – газообразное вещество. Данное вещество воздействует на нервную систему наркотическими, анестезиологическими, затормаживающими нервную систему свойствами.

6. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «СОННОЙ БОЛЕЗНИ»

В результате проведенного анализа литературных данных относительно территории исследования – с.Калачи и полученных данных по биологическим, радиационным и нерадиационным показателям на исследуемой территории, мы пришли к выводу, что возникновение и действие «сонной болезни» основывается на совокупном влиянии найденных превышенных радиационных и нерадиационных параметров, имеющих возможное радиационно–химическое происхождение, которое будет обсуждено далее. К таким параметрам следует отнести превышенные значения радона, ацетона, озона, оксида и диоксида углерода.

Ингаляционное воздействие полученной смеси газов, в состав которых входят вышеперечисленные газы могут оказать сочетанное токсическое воздействие на население. Данное влияние отражается в функционировании центральной нервной системы, системы кровообращения и ее органов, а также на состоянии иммунитета.

Имеющиеся теоретические обобщения и предполагаемые механизмы возникновения «сонной болезни» в сочетании воздействий полученных газов и их химических свойств не охватывает всей феноменологии.

Анализ данных показал, что среди измеренных радиационных параметров, повышенное содержание радона в атмосферном воздухе жилых помещений и погребов оказывает мутагенное воздействие на жителей с. Калачи, что подтверждается результатами цитогенетических исследований.

Однако воздействие радона, может быть оценено не только как радиоактивного компонента, но и химического фактора не является основной причиной возникновения «сонного синдрома» - это подтверждают проведенные цитогенетические исследования на территории с.Калачи.

Благородные газы и в том числе радон – имеют полные валентные электронные оболочки и, следовательно, чрезвычайно химически и инертны. Биологическая активность данных газов не очень хорошо изучена, однако известно, что благородные газы обладают почти идеальной анестезией,

аналгезией и нейропротекцией, т.е. благородные газы являются анестетиками и входят в группу наркотических анальгетиков [23]. В основном благородные газы оказывают влияние на центральную нервную систему, память.

Одним из наиболее биологически значимых свойств благородных газов является их растворимость в воде или других биологических жидкостях [24]. Одним из первых исследований растворимости в воде, плазмы и крови были проведены в 1960 году, затем в течение 10 лет было опубликовано более 150 исследований о растворимости благородных газов в биологических жидкостях и тканях. Наиболее значимые результаты по растворимости благородных газов были получены для близких по химическим свойствам к липидам человеку (липофильные системы) при температуре 37° в 1980 году (таблица 9) [25].

Таблица 9– Растворимость благородных газов (мл/мл) в биологически схожих жидкостях при температуре 37°[26]

Благородные газы	Вода	Плазма	Кровь
He	0.00977	0.0086	0.008
Ne	0.0111	-	0.0093
Ar	0.0297	0.0281	0.030
Kr	0.0504	0.051	0.060
Xe	0.0834	0.094	0.146
Rn	нет данных	нет данных	нет данных

Из вышеприведенной таблицы можно заметить тенденцию зависимости растворимости благородных газов от его атомного номера – чем больше атомный номер, тем выше растворимость [26]. Таким образом, растворимость радона в крови должна быть наиболее высоким показателем, что говорит о том, что возможно радон лучше взаимодействует с плазмой крови. Высокорастворимый ингаляционный анестетик в общей хирургии вводится большим объемом, а затем по достижении необходимой глубины анестезии объем поступаемых газов уменьшается.

Параллельно ученые изучали возможность распределения благородных газов в организме, проводя опыты на липофильных системах. Первые гипотезы о проявлении наркотических свойств разных веществ выдвинули Мейер и

Овертон еще в 1901 году. В данной гипотезе авторы утверждали, что проявление наркотических свойств веществ в липофильных системах прямо пропорциональны их коэффициентам распределения в [27].

Здесь наиболее значительный результат привнесли исследования коэффициента распределения благородных газов в воде, оливковом масле [28]. В исследованиях было определено, что коэффициент распределения в липофильных системах увеличивается с увеличением молекулярной массы благородных газов.

Таблица 10 - Коэффициент распределения в липофильных системах [28]

Газы	Молекулярная масса	Распределение		Отношение растворимости в масле к растворимости в воде
		В воде при 37 °, см ³ /л	В оливковом масле при 0°, см/л	
H ₂	2.016	19	57	3
He	4.003	9.5	17	1.7
Ne	20.18	10.9	22	2.1
N ₂	28.02	14.1	76	5.39
Ar	39.95	29.3	150	5.12
Kr	83.7	49.2	490	9.96
Xe	131.3	85	1700	20
Rn	222	нет данных	нет данных	нет данных

Как следует из таблицы 10 ксенон является одним из сильных анестетиков и на сегодняшний день признан лучшим анестетиком из числа инертных газов [29]. Практической медицине уже известны случаи проведения операций с использованием ксеноновых анестетиков, в том числе операции, проведенной под руководством Н.Е. Булова в Томском Научно – исследовательском институте онкологии. Данная операция стала возможной благодаря подтверждению проявления наркотических свойств инертных газов и в том числе ксенона при нормальном атмосферном давлении Н.В. Лазаревым в 1946 году [23, 30].

Таким образом, что чем выше атомный вес, тем больше коэффициент распределения тем сильнее вещество проявляет свои наркотические свойства. Исходя из таблицы можно предположить, что радон будет иметь наиболее

высокий коэффициент распределения, а значит он должен проявлять более сильный наркотический эффект. Хотя радон должен проявлять еще более сильный наркотический эффект, чем ксенон, его использование невозможно из-за повышенной радиоактивности этого газа.

Построение карт с результатами превышений содержания радона в воздухе жилых помещений и местами «вспышек» заболевания на исследуемой территории свидетельствует о непосредственной связи измеренного радиационного параметра и сонного синдрома. Объемная активность радона в помещениях жилых зданий является весьма переменной величиной и во многом зависит от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в сельских населенных пунктах преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется, в основном, свойствами подстилающих пород.

Найденные превышенные значения озона, ацетона и окисей углерода при измерении нерадиационных параметров, возможно, являются одними из компонент, оказывающих токсикологическое воздействие, что подтверждается повышенным содержанием микроядер в эритроцитах периферической крови в крови человека.

Ацетон представляет собой бесцветную, высокой летучестью, легковоспламеняющаяся жидкость с резким запахом. Расчетный период полураспада ацетона в крови 5 ч, а период полураспада в атмосфере составляет 22 дня. Ацетон используется в многочисленных промышленных процессах в качестве промежуточного продукта. При вдыхании, ацетон быстро всасывается и широко распространяется по всем тканям [31]. Необходимо отметить, что ацетон относится к IV классу опасности и способен воздействовать на организм, вызывая слабый наркотический эффект. В работе [32] было отмечено, что вдыхание ацетона в половину меньше ПДК в течение суток вызывает заторможенную реакцию, т.е. увеличивается время ответа организма на любые воздействия окружающей среды. Другие исследования сообщают, что

воздействие ацетона на работников соответствующих промышленности приводят к бессознательному состоянию, головокружению, неустойчивости, спутанности сознания, головной боли [33]. Стоит заметить, что ацетон, как полученный нерадиационный параметр в ходе исследования на территории с.Калачи, воздействует на организмы, вызывая потерю координации. Это подтверждено исследованиями, проводившимися над крысами [34]. Небольшие суточные дозы, оцененные автором как микроинъекции, вводимые в организм подопытных крыс, влияли на двигательную систему, что основывается на токсичности ацетона и его свойство влиять на центральную нервную систему.

Анализируя схожесть симптомов в результате воздействия ацетона на организм человека и «сонной болезни» можно сделать вывод, что ацетон может являться одной из причин заболевания с.Калачи.

Углерод образует с кислородом два различных окисла: при недостатке кислорода образуется окись углерода, при избытке двуокись углерода. Окись углерода ядовитый газ без запаха, случит исходным продуктом для получения ацетона, метилового спирта, и др. Опасность интоксикации окисью углерода может возникнуть при неполном сгорании газов, органических веществ, при реакциях в которых окись углерода может является исходным продуктом или продуктом разложения.

В основе действие окиси углерода на организм лежит ее высокое сродство к двухвалентному железу гемоглобина, в 200 – 300 раз превышающее сродство железа к кислороду. Вследствие этого при попадании даже небольшого количества окиси углерода в организм происходит вытеснение кислорода окисью углерода и образуется карбоксигемоглобин, который в свою очередь приводит к гипоксии [32], один из наиболее характерных симптомов которой является головная боль, головокружение. СО нарушает фосфорный, азотистый обмен, что в свою очередь вызывает азотемию, изменение содержания белков плазмы, снижение уровня витамина В6.

По результатам исследования СО цитотоксичен, отравление происходит преимущественно малыми дозами при длительном воздействии. Ряд источников описывают следующую реакцию организма при вдыхании небольших концентраций (1 мг/л): в число первых симптомов проявления воздействия монооксида углерода являются головокружение, шумы, тошнота, слабость и страх. При дальнейшем ингаляционном воздействии СО проявляется сонливость, состояние сходное с опьянением, спутанность сознания. Отравленный может потерять сознание и впасть в кому на 1 – 2 дня. Приведенные симптомы очень схожи с симптомами проявления «сонной болезни». Последствия воздействия монооксида: отравленный не помнит обстоятельств отравления, головокружения и головные боли сопутствуют на протяжении всего периода выздоровления. Окись углерода действует на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы [35, 36].

Двуокись углерода (IV) в 1.53 раза тяжелее воздуха и хорошо растворима в воде. Диоксид углерода (CO_2) представляет собой бесцветный газ без запаха, который представляет собой 0.03% составляющие воздух. CO_2 отравление вызывает головную боль, головокружение, тошноту, обмороки. Отравление данным газом влияет на жизненно важные вегетативные нервы, которые необходимы для циркуляции, дыхательных движений и гомеостаза[37].

Озон обычно присутствует в виде газа из трех атомов кислорода с циклической структурой. Среднее содержание в воздухе озона у земной поверхности 0.01-0.06 мг/м³. Озон является одним из самых сильных окислителей. Одно из самых необычных свойств озона – это его немедленная реакция с биомолекулами, т.е. озон не проникает в клетки, а окисляет антиоксиданты и мгновенно реагирует с полиненасыщенными жирными кислотами[38]. В медицине существует двойное мнение о воздействии озона на биологические организмы. Существует общее мнение, что постоянное вдыхание воздуха, загрязненного озоном вредно для легких и жизненно важных органов. Даже если концентрация озона в тропосфере немного выше

допустимой дозы, токсичность наступает за счет накопленной дозы в течение нескольких месяцев.

Изучение озона в качестве анестетика не получило распространения в медицине т.к. использование озона может привести к летальному исходу (исследования, проведенные в Германии в 1984 году). Поэтому в изученной литературе озон активно изучается для проведения озонотерапии. Ряд исследований утверждают, что озон улучшает кислородтранспортную функцию крови, улучшая отдачу крови, препятствуя развитию гипоксии [39].

Рассматривая результаты исследования Национального ядерного центра Республики Казахстан, специалистами были замечены следы активной деятельности населения на территории структуры бывшего рудника с целью добычи стройматериалов. На данной территории были обнаружены точечные источники с повышенным гамма фоном различных размеров. Можно предположить, что данным материал используется для стройки или восстановления объектов недвижимости, принадлежащих местным жителям, что является крайне неблагоприятным фактором, который оказывает определенный риск на самочувствие населения. Симптомами проявления воздействия данного фактора на здоровья являются: головокружение, головная боль, понижение трудоспособности, учащение астматических заболеваний. Данный синдром был назван «синдром больного дома» [40].

Предыдущие результаты исследования показывают наличие превышенного естественного радиационного фона на территории с.Калачи, что подтверждалось картами радиационной напряженности и результатами МЭД, протоколами анализов воды и т.д. Таким образом ионизирующее излучение оказывает определенное воздействие на население.

Ионизирующее излучение присутствует в виде фонового излучения, которое создается космическим излучением, искусственными и естественными радионуклидами, находящимися в окружающей среде или теле человека. Фон от естественных источников, в свою очередь, имеет две составляющие:

естественный фон и техногенный радиационный фон от естественных радионуклидов [41] (рис.24).

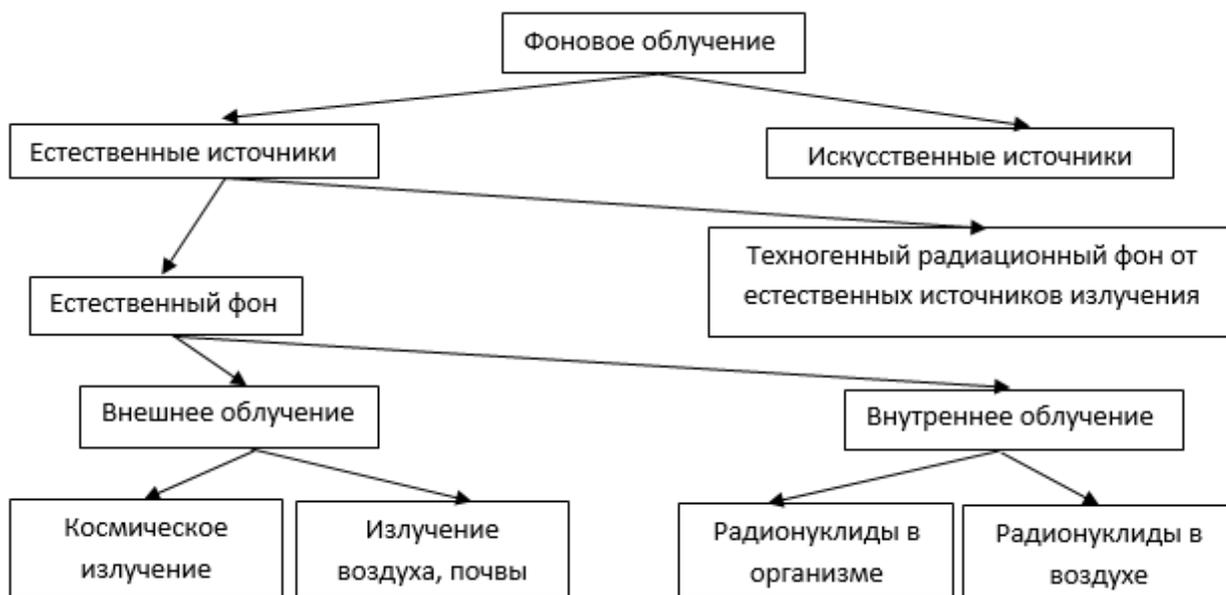


Рисунок 24 – Фоновое облучение и его попадание в организм

Естественный радиационный фон есть неотъемлемый фактор окружающей среды, оказывающий существенное воздействие на жизнедеятельность человека. Доза от естественного фона зависит от местности, от высоты над уровнем моря, от количества радионуклидов в почве, от их количества, которое поступает в организм человека с воздухом водой и пищей.

Учитывая, что особенность с.Калачи заключается также в том, что проживающие на нем жители на протяжении многих лет испытывают влияние низкого уровня гамма-излучения, что приводит не только к радиационному воздействию и, как следствие, появлению в крови человека микроядер и хромосомных aberrаций, как маркеров воздействия, но и, предположительно, к нарушению иммунитета. Подобная тенденция была выявлена при исследовании [42] состоянии иммунной системы у взрослого, практически здорового населения, проживающего на территории г.Киева и Киевской области с момента аварии ЧАЭС. Состояние иммунитета у 1030 обследованных лиц было нарушено и подразделялось на три стадии, характеризующие различные иммунологические особенности: I – большое колебание иммунологических показателей, II- снижение одних иммунологических показателей и повышение

других и III – стадия иммунологической недостаточности. У всех обследованных наблюдалось учащение респираторных и вирусных инфекций за последние 5 лет и за последние 2 – 3 года появления ряда признаков, соответствующих синдрому повышенной утомляемости (СПУ). К таким признакам относятся: сонливость, повышение утомляемости, немотивированная тревога, снижение трудоспособности.

Иными словами, ионизирующее излучение оказывает не только непосредственное влияние на организм человека, ионизируя частицы, но и косвенное воздействие на организм с инициированными процессами химических взаимодействий. Наглядным результатом и одним из возможных факторов появления «сонного синдрома» является химическая реакция, наблюдавшаяся среди больных пост – радиационным синдромом. Сам пост – радиационный синдром является хроническим заболеванием вследствие воздействия ионизирующего излучения и был изучен в основном среди населения, подвергшегося воздействию ионизирующего излучения после Чернобыльской аварии. Симптомы пост-радиационного синдрома совпадают с симптомами синдрома хронической усталости (СХУ) и частично совпадают с симптомами синдрома повышенной утомляемости: усталость, нарушения сна и настроения, нарушения памяти и концентрации и боли в мышцах и/или суставах, головокружения, снижения работоспособности. Ионизирующее излучение вызывает синдром хронической усталости, предположительно являющийся пост – радиационным синдромом, путем поддержания механизма цикла оксида азота/пероксинитрита (NO/ONOO^-), увеличивая активность фактора транскрипции NF- κB , который увеличивает синтеза индуцибельной синтазы оксида азота (iNOS), которая, в свою очередь, увеличивает уровни оксида азота. Предполагается, что оксид азота и продукт его окисления пероксинитрит могут действовать, образуя биохимический замкнутый цикл, который и вызывает хроническую болезнь [43].

Таким образом мы приходим к выводу, что влияние радиационного фактора может проявляться косвенным путем, а именно возникновение в

организме, подвергнутого ионизирующему излучению, соединений, которые в свою очередь влияют на его функционирование, в той или иной степени.

Фактор проживания рядом с территорией, на которой ранее проводилась добыча урановых руд и возможное влияние на здоровье человека на примере предыдущих неудавшихся поколений оказывает на людей тяжелую психологическую нагрузку. Подтвержденные исследования указывают на непосредственное наличие реальных физических воздействий на примере мест в которых наблюдались повышенные концентрации тяжелых газов CO_2 и Rn в зонах разломов и вулканических построек (район г.Костомукши, 2011 г.). Напомним, что с.Калачи находится в непосредственной близости от зоны разлома. В данных зонах зачастую наблюдается пониженное содержание кислорода. Дефицит кислорода вызывает гипоксию, что приводит к головным болям, головокружениям [31], снижению порога восприятия [44].

В исследованиях, проведенных в 1991 г. академиком А.Ф. Возиановым и профессором Г.Н. Дранником были опубликованы данные о патологическом состоянии, выявленном у 70% из числа 1030 обследованных жителей г. Киева и Киевской области, которое получило название синдрома повышенной утомляемости (СПУ) [42]. В настоящее время установлено, что СПУ — это массовое заболевание, относящееся к группе пограничных нервно-психических расстройств, которое характеризуется сочетанием полиморфных астенических, субдепрессивных, неврастенических, нередко также ипохондрических расстройств на фоне вегетативных или вегетососудистых нарушений (В. М. Фролов, И. И. Кутько, 1995). Была проанализирована клиническая симптоматика у 126 пациентов с диагнозом СПУ в возрасте от 22 до 56 лет (46 мужчин и 80 женщин). Основной жалобой была беспричинная общая слабость и сопутствующая ей повышенная утомляемость [45]. СПУ схож с «сонной болезнью» по аналогичным симптомам и частичным причинам образования: а именно влиянию источников ионизирующих излучений на население в малых дозах и психосоматическое воздействие данных источников.

Было установлено, что СПУ достаточно часто встречается в регионах с экологически неблагоприятной ситуацией, характерных интенсивным загрязнением окружающей среды ксенобиотиками или радионуклидами и является предстадией синдрома хронической усталости [46, 47]. Синдром хронической усталости (СХУ) — патологическое состояние, описанное в середине 80-х годов под таким названием (chronic fatigue syndrome) американскими врачами в период эпидемической вспышки в курортной местности в окрестностях озера Тахо (штат Калифорния). Это патологическое состояние отличается от обычных астенических и депрессивных синдромов наличием также чётко очерченной соматической симптоматики на фоне нарушений иммунологического гомеостаза, что и делает данное заболевание пограничной патологией на стыке интересов психиатров, клинических иммунологов и отчасти инфекционистов.

Было обследовано 108 больных с диагнозом СХУ, установленным в соответствии с существующими критериями (Г. Н. Дранник, 1999). Больных беспокоили выраженная слабость, усталость, недомогание, которые сохранялись постоянно. Нередко также отмечалась инверсия формулы сна: сонливость днём, которая могла иметь непреодолимый характер (больные засыпали в городском транспорте, на своём рабочем месте, во время чтения им лекции и т. д.). Трудоспособность всех пациентов была резко снижена: свою обычную работу они выполняли с трудом, быстро уставали, нуждались в частых перерывах. Пациенты отмечают головокружение [45].

7. РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Основным источником ионизирующего излучения в земной коре определяется излучениями содержащихся в горных породах радиоактивных элементов — урана, тория и калия [48].

Сущность радиационно–химических реакций состоит в том, что под воздействием лучевой энергии происходит ионизация и возбуждение молекул и атомов среды (радиолиз), в результате чего химические связи и вещества разрушаются или ослабляются, временно образуя богатые энергией атомы и радикалы, свободные электроны, которые реагируя с исходными веществами, образуют новые соединения, нередко по цепному механизму. Мощность доз поглощённой радиации в земной коре (в естественных условиях) не высокая, однако интегральная доза за геологическое время оказывается достаточно большой.

Таким образом действие излучения на систему «почва – вода – воздух» обуславливает преобразование химического состава вод и воздуха. Данное предположение подтверждается наличием в воздухе таких химических элементов как окиси углерода, ацетона, озона в превышенных концентрациях. В настоящее время воздействие радиолиза в подобной системе изучается в области гидрогеологии и геохимии.

Рассмотрим процесс и общий механизм протекания радиолиза в исследуемой системе при различных влияющих на него факторах, возможные продукты выхода и примеры аномальных систем, изменяющиеся под действием излучения.

Взаимодействие ионизирующих излучений с водой условно можно разделить на несколько стадий: физическую, физико-химическую и химическую [51, 52].

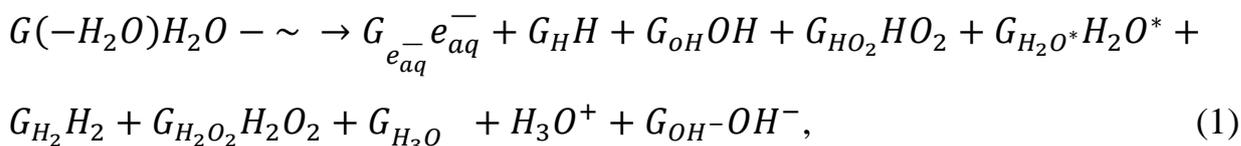
Первая стадия — физическая, общая продолжительность ее составляет $<10^{-13}$ с. За время 10^{-16} — 10^{-18} с происходит быстрая передача воде энергии

излучения, а затем быстрые процессы молекулярной диссоциации и ионизации, в результате чего образуются возбужденные молекулы воды (H_2O^*), положительные ионы (главным образом H_2O^+) и электроны.

В физико-химическую стадию – вторую стадию процесса, длительностью около 10^{-13} — 10^{-10} с, в водной системе протекают процессы диэлектрической релаксации и устанавливается тепловое равновесия. При этом возникают гидратированные электроны (e_{aq}^-), атомы водорода Н и радикалы ОН.

В третью стадию, которая называется химическая, продолжительностью 10^{-9} — 10^{-8} с, протекают различные химические реакции в так называемых шпорах на треках частиц и в непосредственной близости от них. В чистой воде в эту стадию радикалы рекомбинируют с образованием молекулярных продуктов радиолита воды H_2 и H_2O_2 ; также радикала HO_2 . В растворах радикалы вступают в реакцию с растворенными веществами — акцепторами радикалов.

На этом заканчивается основной этап радиолита водных растворов ионизирующими излучениями. В дальнейшем радикалы, рожденные в шпорах и не успевшие прореагировать в них, диффундируют в объем раствора, где вступают в химические реакции с растворенными веществами или рекомбинируют. Упрощенный механизм рассмотренных процессов описывается следующими уравнениями реакций.



где $G(-H_2O)$ — выход разложения воды, молекул/100 эВ; $G_{e_{aq}^-}, G_{H_2O^*}, G_{H_2}, G_{H_2O_2}, G_{H_3O^+}, G_{OH^-}$ — выходы соответствующих продуктов радиолита воды, единиц на 100 эВ.

В результате реакций в облученной воде возникают экситоны, способные вступать в химические реакции с растворенными веществами [53].

Для рассмотрения реакций образования более сложных соединений необходимо отметить, что радиолиз, как и любой химический процесс, имеет множество побочных продуктов, которые зачастую не предусматриваются при написании предположительных реакций и регистрируются при проведении экспериментальной проверки. Необходимо учесть, что в системе рассматриваемой затопленной шахты предположительно растворены органические вещества, которые возможно, дают основной вклад в разнообразие получаемых продуктов происходящих радиационно-химических реакций. Более того стоит учесть, что в рассматриваемой системе имеются растворенные микрокомпоненты металлических элементов, радиоактивные компоненты в неизвестных формах нахождения, которые также приносят вклад в происходящие физико-химические процессы.

Начнем с очевидного факта, что содержание радиоактивных элементов в породах отражается на составе подземных вод, накоплением исходных радиоактивных элементов и их продуктов распада. В исследуемой системе затопленной урановой шахты можно предположить, что переход урана из пород в природные воды сопровождается процессом окисления, который зачастую сопряжены с радиолизом. Зависимость между содержанием радиоактивных элементов в горных породах и насыщающих их водах определяется целым рядом факторов, но твердо установлено, что система зависит от следующих природных условий: водообмен, содержание кислорода, температура, давление и др., а также было твердо установлено, что под влиянием ионизирующего излучения могут иметь место процессы окисления или восстановления [54]. Например, содержание радиоактивных элементов в подземных породах зависит от сезона года. Осенью и весной происходит некоторое повышение содержание урана в водах за счет процесса выщелачивания из пород [48, 55].

Под действием радиолиза в воде могут быть образованы не свойственные изначально ее составу органические соединения. Примером может служить изменения углекислых радоновых минеральных вод, открытых

в 1935 г. в г. Хмельнике (месторождение в гранитах и гнейсах Украинского щита). Содержание радона в подземной воде в г. Хмельнике составляет в среднем 300 — 330 Бк/кг в отдельных скважинах достигает 3700 Бк/кг). В воде после ее вскрытия было обнаружено присутствие ряда сульфатов и металлов (кобальт, титан, медь, железо и т.д.). Было странным, что вода имеет желтую окраску, высокое содержание смолистых органических веществ и специфический запах. В воде и органическом веществе установлено присутствие аммиака. Поскольку вода являлась бактериологически чистой и в ней не удалось обнаружить белковых веществ, был сделан вывод, что обнаруженные органические вещества не имеют поверхностное происхождение. Был сделан также вывод о том, что переходу в раствор элементов из пород может способствовать также и повышенная химическая активность воды вследствие ее возможного радиолиза [56, 48].

В подземных водах урановых месторождений, как известно кроме радиоактивных элементов, в повышенном содержании присутствует обширный круг микрокомпоненты металлических элементов, кремнекислота, фосфор, мышьяк и др. Их накопление обычно объясняют процессами окисления сульфидных и других минералов, сопутствующих радиоактивным рудам, атмосферным кислородом.

Большой интерес в данной работе [48] представляет газовый состав подземных вод. Геохимическое значение водорастворенных газов (O_2 , H_2 , N_2 , COO , CO , CH_4 , H_2S , He , Ar и др.) в изучении радиогенной метаморфизации имеет возможно большее значение, чем содержание главных ионов и микрокомпонентов. При рассмотрении источников газов в осадочной толще многие современные исследователи отмечают, что определенная роль в их образовании принадлежит радиационно-химическим процессам рассеянного органического вещества и взаимодействие продуктов радиолиза с рассеянным органическим веществом в породах [55, 57, 58, 59]. Таким образом важно учитывать не только непосредственные продукты радиолиза, но и продукты, получаемые при их дальнейшем радиационно-химическом взаимодействии.

В рассматриваемой системе «вода — горные породы» при воздействии ионизирующего излучения на воду с растворенными в ней органическими веществами, минералами и другими составляющими, образуется широкий спектр промежуточных соединений [47].

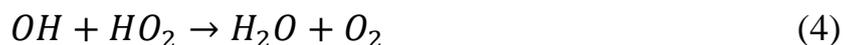
Под действием радиолиза на любую систему стандартными продуктами выхода являются такие соединения, как: кислород, оксид углерода, двуокись углерода, метан, озон, уксусная кислота, муравьиная кислота, пировиноградная кислота, ацетон и др. [50, 51].

При взаимодействии продуктов радиолиза воды и рассеянного органического вещества горных пород протекают сопряженные окислительно-восстановительные реакции в результате которых образуются разнообразные вторичные соединения, включающие окись углерода, углеводороды, аммонийный и газообразный азот, сероводород и такие промежуточные продукты, как спирты, карбоновые кислоты, карбонильные (формальдегид, ацетальдегид) и другие соединения.

В результате радиолиза органического вещества, которое содержится на выработанных шахтах в достаточном количестве (масла для смазки клетки, резина, деревянные конструкции и др.) предположительно в рассматриваемой системе образуются: метан, углеводороды, сероводород, водород, окись и двуокись углерода, азот, формальдегид, синильная кислота, гидроксиламины, этан, этилен и другие вещества, аммиак [61, 53, 62].

Органическое вещество, растворенное в воде, при достаточно длительном облучении полностью окисляется, и основными конечными продуктами оказываются углекислый газ и вода [47].

Рассмотрим в качестве примера простые реакции получения кислорода, который присутствует среди продуктов разложения воды [54] в любой системе. Кислород образуется не непосредственно из воды, а в результате действия радикалов на перекись водорода. Однако рассмотрим реакции образования кислорода так как его наличие может влиять на образование более сложных соединений:



Предполагается образование атомарного кислорода, по возможным реакциям:



Как отмечает А. К. Пикаев [60], получить экспериментальные доказательства образования атомарного кислорода при радиолизе воды чрезвычайно трудно, так как в химическом отношении он эквивалентен двум радикалам OH .

Автор [48] рассматривает влияние кислорода на протекание радиолиза в породах (содержание свободного кислорода также объясняется радиолизом), возможное образование водорода (бактериальное водородное брожение, термометаморфизм органического вещества, а также радиолиз воды и органических соединений (спиртов, битумов, кислот) и другие процессы) и азота (основным источником азота в подземной гидросфере - считается рассеянное органическое вещество горных пород), двуокиси и окиси углерода:



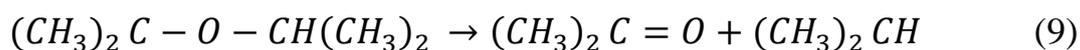
При облучении даже атмосферного воздуха образуется обширный набор продуктов летучих органических соединений. Из источника [63] примерами общих летучих органических соединений являются этилацетат, бензол, толуол, ацетон и этанол.

Радиолиз более простых соединений позволяет интерпретировать результаты облучения более сложных систем.

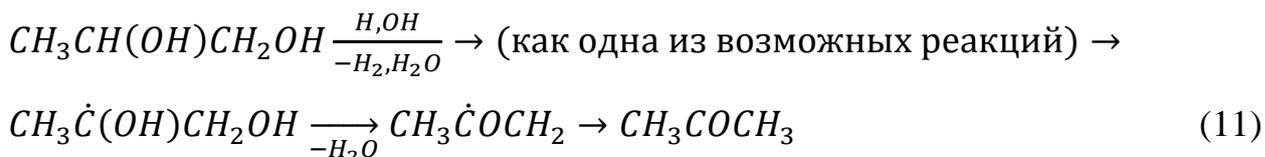
Автор издания [50] описывает более подробно механизм радиационно - химических превращений водных растворов органических соединений. Из источника [63] можно о продуктах радиолиза водных растворов этиленгликоля. Исследования были проведены при поглощении доз излучения 16 Мгр.

Отличительной особенностью радиационно-химических превращений при больших дозах является образование продуктов более глубокого окисления, таких как гликолевая, глиоксиловая и щавелевая кислоты, глиоксаль и углекислый газ. Источник [65] проводя диагностические процедуры в лаборатории, пришли к выводу, что окисление этиленгликоля приводит к появлению в крови и моче пациентов (33 человека) выше перечисленных кислот. Обнаруженные в организме соединения в дальнейшем могут привести к токсическим отравлениям, вызвать почечную недостаточность.

Авторы В.В. Сараев и Колосов установили, что спирт и ацетон являются основными продуктами радиационно-химических превращений диизопрпилового эфира в водном растворе при наличии азота, который является одним из стандартных продуктов при воздействии ионизирующего излучения на воду:



Также автором был рассмотрен радиолиз 1,2-пропандиола – вязкая бесцветная жидкость, часто встречаемый химический загрязнитель, не является генотоксичным канцерогеном, но довольно часто встречается в пище (рафинированные растительные масла, жиры, молочные продукты) [66]. Это вещество может быть сформировано при высокой температуре в качестве продукта реакции триглицериды, фосфолипиды или глицерина и соляной кислоты [67]. Первые продукты радиолиза – это радикалы $CH_3C(OH)CH_2OH$ и $CH_3CH(OH)CHON$ [53], превращения которых дают два продукта дегидратации исходного соединения — ацетон и пропионовый альдегид:



Одним из наиболее распространенных способов управления процессом радиолиза, для получения необходимых соединений, является введение в

облучаемую систему добавок, которые изменяют направление радиолитических превращений за счет акцептирования промежуточных продуктов. В данном случае происходят изменения свойств образующихся органических радикалов в результате процесса радиолиза либо сами добавки взаимодействуют с продуктами радиолиза, приводя при этом к различным конечным эффектам.

Большой интерес в работе [50] был проявлен к аминоспиртам и изучению превращений аминоспиртов под действием излучения. В результате проведенных исследований было показано, что основной путь расходования аминоспиртов при облучении их водных растворов – процесс дезаминирования, в результате чего образуется соответствующие амины и карбоксильсодержащие соединения — ацетон, альдегид, ацетальдегид. В свою очередь распад альдегидов приводит к образованию в организме окиси, углерода [68].

Одной из таких добавок является кислород – зачастую присутствующий элемент во многих продуктах радиолиза. Автором [50] изучалось влияние кислорода на радиационно-химические превращения 1,2-пропандиола в водных растворах. Из полученных данных следует, что при увеличении концентрации кислорода в радиолизуемых растворах уменьшаются выходы продуктов дегидратации исходных диолов. Иными словами, кислород в организме человека и любой системе выполняет защитную функцию, уменьшая образование ацетона.

Сильным окислителем, по мнению [47] является озон, его источник образования – перекись водорода, как следует из ранее представленной информации – стандартный продукт радиолиза водной системы

В сильно загрязненных странах, где в окружающую среду поступают загрязняющие вещества в большом количестве и объемах создаются различные технологии для очистки воздуха зачастую в качестве источника очищения используют импульсное излучение и другие источники ионизирующего излучения. В результате действия излучения на компоненты, загрязняющих воздух веществ – среди них присутствуют бензол, хлорбензол, толуол и в воздухе наблюдались в качестве конечных продуктов образовывались CO, CO₂,

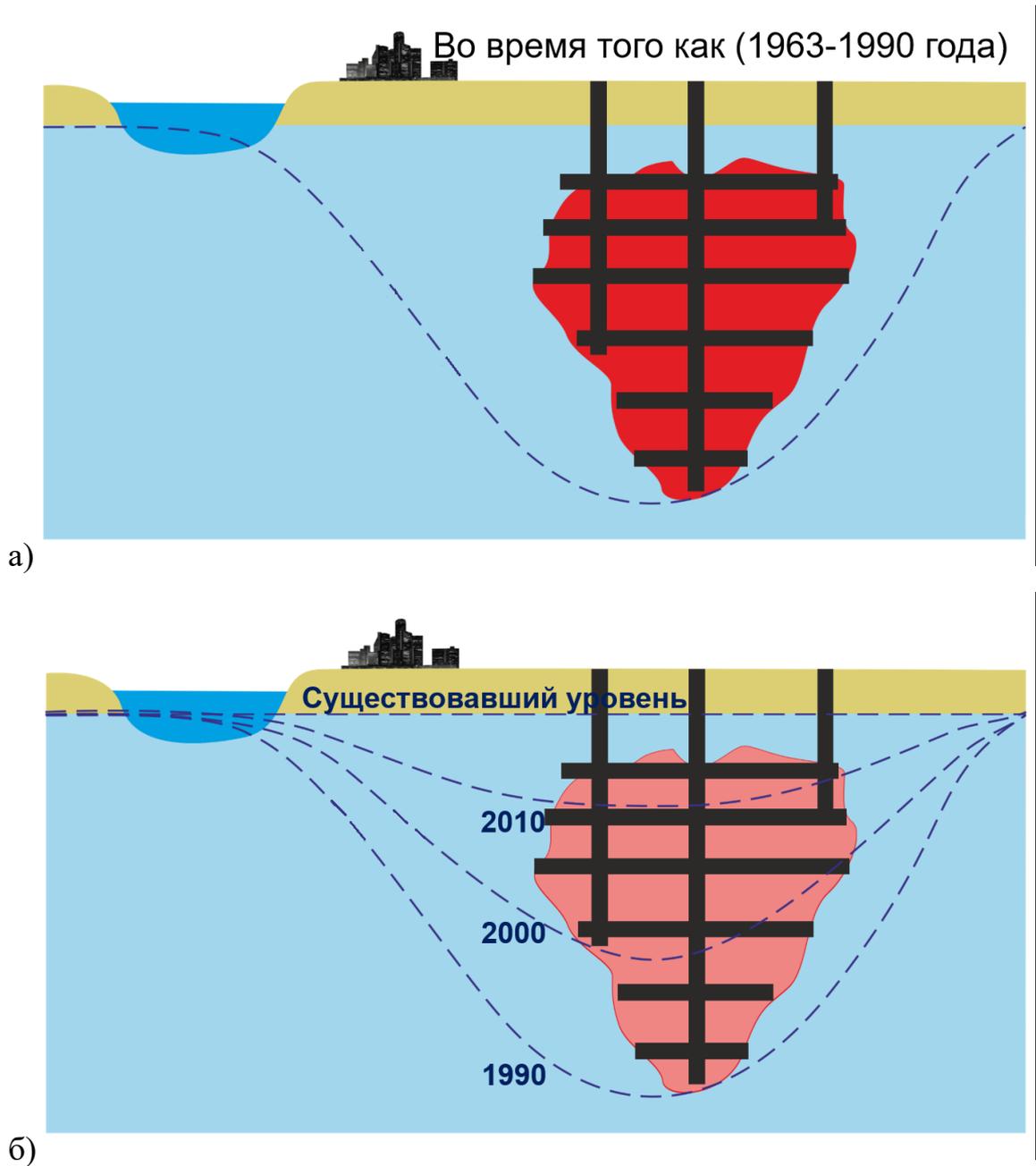
озон. В качестве промежуточных продуктов распада толуола в воздухе образуются дипропил-1,2-бензолдикарбоновой кислоты, нитрометан, ацетон, гексан, бензол и бензальдегида [69]. Одним из продуктов выхода при разложении толуола – озон, выход которого повышается прямо пропорционально температуре.

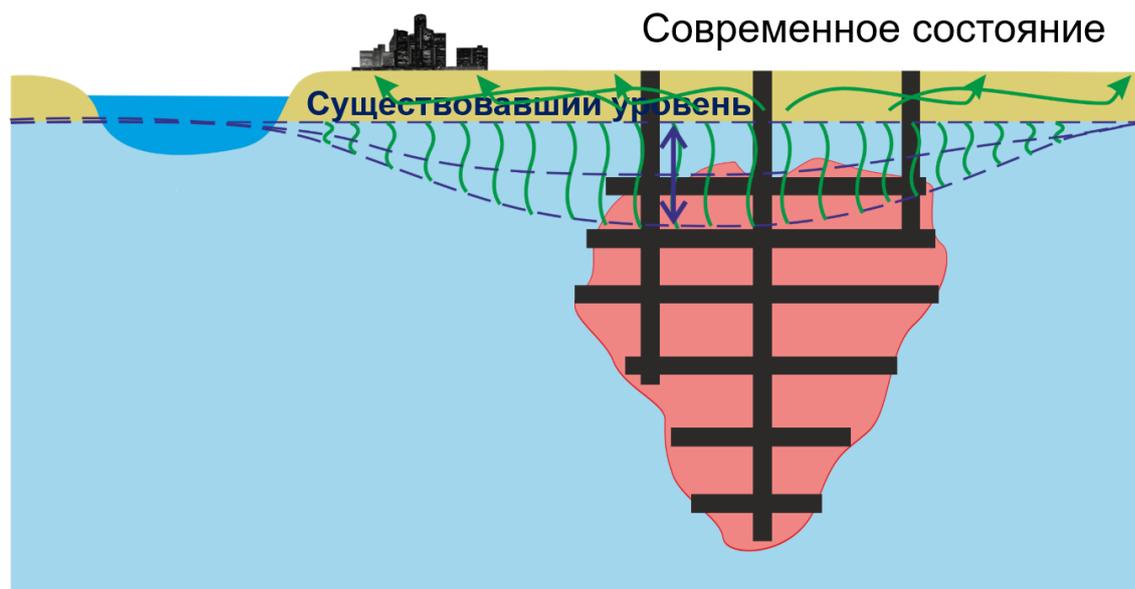
В источнике [23] были проведены исследования исследование с целью изучения побочных продуктов полученные от разложения гексана, бутана. В результате, количество ацетона и бензола в качестве побочных продуктов увеличились при увеличении дозы [25].

В работе [70] авторы провели измерение концентрации летучих органических соединений в воздухе и обнаружили, что их число в зимнее время намного выше, чем в летнее. На незагрязнённых транспортными выхлопами территориях присутствовали ароматические соединения (30%), галогеноуглероды (14%) и алкены (6%). Из всех летучих органических соединений, толуол был самым высоким. Бензол, толуол, этилбензол и ксилолы составили 60% от общего количества обнаруженных летучих органических соединений. Источники загрязнения – неизвестны.

8. МОДЕЛЬ ВЫХОДА ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Одна из возможных причин повышенной активности концентрации радона и других газов в жилых помещениях и их сезонные выбросы в с.Калачи являются процессы, происходящие в заброшенных шахтах бывшего уранодобывающего комплекса.





в)

Рисунок 25 – Процесс образования пустот и заполнения их естественным уровнем вод в отработанном пространстве шахты:

а) уровень подземных вод в шахте в период ее разработки;

б) процесс восстановления естественного уровня подземных вод в отработанной шахте;

в) предположительное нынешнее состояние уровня подземных вод и созданное ими воздушное пространство

В результате многолетней разработки Ишимского месторождения, располагающегося вблизи с. Калачи, под землей образовались обширные пустоты (ориентировочно 53 млн м³). В период разработки месторождения производилась откачка воды и вентиляция шахты, но после его ликвидации откачка воды и вентиляция прекратились, и шахты были затоплены.

В связи с тем, что переходные периоды между временами года сопровождаются резкими температурными перепадами и перепадами давления, а также по причине весеннего снеготаяния и сезонов дождей происходит повышение уровня воды в шахтах, и как следствие, увеличение давления на воздушные пустоты подземного месторождения.

Данные пустоты заполнены газовой смесью, в состав которой предположительно входят соединения ацетона озона, диоксида и окиси углерода

(кроме радона) - газы, которые были найдены в превышенных концентрациях. Ввиду повышающегося давления, оказываемого при изменении природных условий, происходят залповые выбросы газовой смеси на поверхность по проницаемым зонам в породах и почвах. Таким образом, изменяющиеся климатические характеристики играют роль природного поршня – эффект водяного пресса.

Повышенное содержание радона и других газов, имеющих радиационное происхождение, на территории села, носящее залповый характер поступления в жилые дома, подполья и подвалы, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения, учитывая свойства радона как инертного газа, возможно при сочетанном воздействии и других компонентов газовой смеси.

Учитывая наличие радиоактивного фактора в шахтах, воздействие на нее водной составляющей и оказываемое давление можно предположить, что основным процессом, происходящем в сложившейся системе является радиолиз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С.Калачи находится в зоне высокого потенциального риска от действия природных радиоэкологических факторов, в связи с расположением на высокорadioактивных гранитах с локализованными урановыми рудами, которые усилены процессами ядерного техногенеза (разработка месторождения).

В результате анализа полученных радиационных, нерадиационных и биологических параметров, проведенных в период пилотных и комплексных экологических измерений, были получены превышенные результаты содержания радона, ацетона, озона и окисей углерода в воздухе жилых помещений. Большинство исследуемых нерадиационных параметров (содержания вредных веществ в атмосферном воздухе, ядохимикатов в продуктах питания, пестицидов и тяжёлых металлов в почве) и радиационных параметров (мощность экспозиционной дозы, удельная активность радионуклидов в воде, почве, продуктах питания, содержание радона в воде) села соответствуют нормативным значениям.

Повышенное содержание радона на территории села, носящее выбросной характер, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения, учитывая анестетические свойства радона и совпадения ореолов заболеваний, с точками превышающие значения ПДК радона, и в меньшей степени учитывая его влияние как фактора радиационной природы.

Анестетические и анальгетические свойства проявляют в большинстве своем остальные найденные газы, вызывая слабый наркотический эффект и симптомы, схожие с симптомами «сонной болезни».

Подтверждением влияния единой группы токсических веществ являются не только однотипные патологические состояния заболевших, но и результаты цитогенетических исследований. Увеличение количества микроядер в эритроцитах периферической крови в группе «заболевших» лиц было статистически достоверно, как у обеих полов, так и у всех возрастных групп,

что может быть прогностическим признаком воздействия токсичных, мутагенных, генотоксичных или цитотоксичных факторов окружающей среды, влияющих на нарушения цитологического статуса.

Обнаруженные дицентрики в результате анализа хромосомных aberrаций являются подтверждением влияния радиационного фактора превышения содержания радона на населения с.Калачи.

Таким образом, вероятные причины заболевания населения комплексное токсичное воздействие таких газов как радон, и таких компонентов газовой смеси как ацетон, монооксида и диоксида углерода.

В работе были выдвинуты предположения о радиационно-химическом происхождении рассматриваемой газовой смеси, поступающей на поверхность исследуемой территории. В связи с тем, что урановые шахты, расположенные вблизи села, в процессе ликвидации были затоплены водой, в настоящее время возможно привело к определенным физико-химическим процессам, в результате гниения деревянных элементов шахт и др. материалов и облучения под действием ионизирующего излучения.

В результате проведения комплексных экологических исследований особого внимания и более глубокого исследования требуют следующие установленные факты: сезонно-залповый характер повышенных содержаний (в сравнении с установленными нормами) радона и газовой смеси (озона, ацетона, диоксида и монооксида углерода) в воздухе жилых помещений села. Вероятной причиной залпового выхода газа на поверхность является повышение давления на газовую смесь со стороны вод, находящихся в шахтах, при увеличении объема подземных вод в связи с их близким залеганием от поверхности.

Стоит сказать, что отсутствие качественных комплексных результатов исследования не позволяют в полной мере оценить вклад геологических и экологических факторов на образование подобной ситуации и ее воздействия на население.

Для проверки предполагаемой модели поступления воздействующих воздушно-газовых компонентов необходимо провести геолого-гидрогеологические исследования с бурением скважин и выполнением в них комплекса гидрогеологических исследований за сезонным уровнем колебания подземных вод, газовым и химическим составом вод в динамике и пространстве по направлению от затопленных шахт к селу Калачи. Подробная геологическая характеристика района позволит выявить наличие разломов и проницаемы структур и их пространственную ориентировку, что позволит рассмотреть в комплексе расположение с.Калачи, шахт и соотнести с местами вспышек заболеваний.

9. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

9.1 Технико–экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

С весны 2012 года на территории с. Калачи Акмолинской области у местных жителей были зафиксированы первые случаи массового проявления синдрома «сонной болезни», характеризующегося одинаковыми симптомами: слабость, сонливость, головокружение, нарушение координации движений и частичная потеря памяти.

Известно, что исследуемая территория – с.Калачи, входит в состав северо–западного блока Северо–Казахстанской ураново-рудной провинции. Изучаемая территория, площадь которой составляют 120 км², характеризуется приподнятым мелкосопочным рельефом и с северо–западной стороны огибается р. Ишим. В связи с наличием запасов урана, соответствующих промышленному содержанию, на территории проводилась подземная разработка Ишимского рудного узла.

В данной работе объектом исследований выступают негативные факторы природного и техногенного характера. Для изучения механизма влияния данных факторов на возникновение болезни на территории с.Калачи в период с 29 марта по 11 апреля 2014 года были отобраны пробы воды, почвы, основных продуктов питания, а также биобустратов населения (кровь, волосы). Перечень проб представлен в техническом плане (таблица 11). Карта-схема отбора проб изображена на рисунке 26. Общая протяженность маршрутов для отбора проб составляет около 4 км.



Рисунок 26 - Схема расположения точек отбора проб

Химический состав проб был определен разными методами (масс–спектральный метод и атомно–эмиссионный с индуктивно связанной плазмой) подрядной организацией.

Работы включают в себя отбор проб, определение химического состава, камеральную обработку полученных результатов.

Виды и объем научно-исследовательской работы представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Виды и объемы работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед.изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	проба	1	Отбор поверхностных вод суши по 5 дм ³ с маркировкой емкостей	Бутылка стеклянная Блокнот Ручка
2	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проба	32	Отбор биосубстратов человека (кровь) по 5 мл с фиксированием анкетных данных	Вакуумные пробирки с крышкой Двусторонние иглы Иглодержатели Ватные шарики Спирт Блокнот малого размера

					Ручка шариковая
3	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом	проба	1	Отбор пробы почвы массой 1 кг с маркировкой мешков	Лопата Мешок Лопата штыковая Рулетка тесмянная Блокнот Ручка
4	Маршруты при эколого-геохимических работах литогеохимическим методом	км	4	Построение маршрута геолого–экологического исследования, географическая привязка точек	Компас Карандаш Бинокль горный Карта
5	Маршруты при эколого-геохимических работах гидрогеохимическим методом	км	4	Построение маршрута геолого–экологического исследования, географическая привязка точек	Компас Карандаш Бинокль горный Карта
6	Маршруты при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	км	4	Построение маршрута геолого–экологического исследования, географическая привязка точек	Компас Карандаш Бинокль горный Карта
7	Камеральная обработка (с использованием ЭВМ)	проба	34	Аналитические и расчетные работы (ССН, выпуск 2, табл. 60, стр. 29-32): изучение результатов анализа проб, их систематизация; анализ специфики распределения элементов; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, карт; написание отчета.	ПЭВМ

9.2 Планирование, организация и менеджмент при проведении научно-исследовательской работы

Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим, литогеохимическим и биогеохимическим методом выполняются в соответствии с календарным планом.

Календарный план - это оперативный график выполнения работ. Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ, общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам (рис. 27).

Наименование операции	Сутки	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	4												
Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	4												
Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом	4												
Камеральная обработка (с использованием ЭВМ)	12												

Рисунок 27- Календарный план на проведение исследований

Результатом построения календарного плана является:

- даты начала и окончания каждого вида работ;
- оптимизация планируемого времени с учетом плана организационно-технических мероприятий.

9.3 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

Затраты времени и труда рассчитываются на основании технического плана. Для расчета затрат времени используются нормативные документы ССН-93 Выпуск 2 «Геоэкологические работы».

Расчет затрат времени произведен по нижеприведенной формуле:

$$N = Q * N_{ВР} * K, \quad (1)$$

где: N – затраты времени, Q – объем работ, $N_{ВР}$ – норма времени из справочника сметных норм (ССН-93, выпуск 2), K – коэффициент за не нормализованные условия.

С помощью приведенных выше формулы и справочных данных, были определены нормы затрат времени по видам работ и рассчитаны затраты

времени для каждого этапа работ при наиболее благоприятном стечении обстоятельств (таблица 12).

Таблица 12–Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (Н _{вр})	Кэф-ты (К)	Нормативный документ	Итого времени на объем (N)
		Ед. изм	Кол-во (Q)				
1	Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	проба	1	0,009	1	ССН, вып. 2, табл. 39 стр. 48 ст. 5	0,009
2	Эколого-геохимические работы биогехимическим методом	проба	32	0,0591	1	ССН, вып. 2, табл. 41 стр. 28 ст. 2	1,89
3	Эколого-геохимические работы литогехимическим методом	проба	1	0,0425	1	ССН, вып. 2, табл. 24 стр. 28 ст. 1 Категория проходимости 2	0,04
4	Маршруты при эколого-геохимических работах литогехимическим методом	км	4	0,261	1	ССН, вып. 2. Табл.31, стр.39, ст.45 Категория 4	1,044
5	Маршруты при эколого-геохимических работах гидрогеохимическим методом	км	4	0,112	1	ССН, вып. 2. Табл.39, стр.46, ст.4, Категория 2	0,448
6	Маршруты при эколого-геохимических работах биогехимическим методом	км	4	0,120	1	ССН, вып. 2. Табл.44, стр.53, ст.16 Категория 2	0,48
7	Камеральная обработка (с использованием ЭВМ)	проба	34	0,0337	1	Аналитические и расчетные работы (ССН, выпуск 2, табл. 61, стр. 73, стр.3): изучение результатов анализа проб, их систематизация; анализ специфики распределения элементов; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, карт; написание отчета.	1,15

Итого:**5,06 чел/смена**

В таблице 13 представлены расчеты затрат труда на каждый вид работ.

Таблица 13– Расчет затрат труда (на каждый вид работ)

№	Вид работ	Т	Геоэколог	Рабочий
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
1	Эколого-геохимические работы гидрогеохимическим методом	0,018	0,009	0,009
2	Эколого-геохимические работы биогехимическим методом	3,78	1,89	1,89
3	Эколого-геохимические работы литогехимическим методом	0,08	0,04	0,04
4	Маршруты при эколого-геохимических работах литогехимическим методом	2,088	1,044	1,044
5	Маршруты при эколого-геохимических работах гидрогеохимическим методом	0,896	0,448	0,448
6	Маршруты при эколого-геохимических работах биогехимическим методом	0,96	0,48	0,48
7	Камеральная обработка (с использованием ЭВМ)	1,15	1,15	-
	Итого:	8,97	5,06	3,91

9.4 Расчет затрат материалов

Расчет затрат материалов для данной дипломной работы осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов на период 2017 года и их количества согласно ССН [71]. Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика изделия	Норма расхода материала (шт.) 1 месяц работы	Цена, руб.	Сумма, руб.
Вакуумные пробирки с крышкой	32	11	352
Двусторонние иглы	32	6	192
Иглодержатели	32	4	128
Вата (упаковка 100 г)	0,5	26	13
Медицинский спирт (флакон 100 мл)	0,5	28	14
Блокнот малого размера	2	70	140
Бумага оберточная «крафт»	8	15	120
Бутыль стеклянная, вместимостью 0,5	10	10	100
Карандаш простой	5	7	35
Линейка чертежная	0,5	15	7,5

Резинка ученическая	2	10	20
Ручка шариковая (без стржня)	2	40	80
Лопата штыковая	1	204	204
Рулетка тесмяная	1	171	171
Компас	1	90	90
Бинокль горный	1	2000	2000
Итого стоимость материалов на месяц:			3666,5
Итого стоимость материалов за период работ:			1833,25

9.5 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Таким образом, формируется оплата труда. С учетом дополнительной заработной платы (7,9% от основной заработной платы) формируется фонд заработной платы. Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы (ФЗП), т.е. суммы основной и дополнительной заработной платы.

Итоговая зарплата определяется следующим образом:

*оклад за месяц * количество отработанных месяцев * районный коэффициент.*

Оклад геоэколога был взят в соответствии с таблицей окладов ППС и НС от 01.10.2013[73]. Районный коэффициент к заработной плате использован в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 1 мая 1992 г. №309 «О повышении районных коэффициентов в отдельных районах и городах Томской области» [72]. Расчет оплаты труда представлен в таблице 15.

Таблица 15– Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един.измер	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
Геоэколог	1	чел-см	5,06	731	1,000	3699
Рабочий	1	чел-см	3,91	641	1,000	2506
И Т О Г О:	2		8,97			6205
Дополнительная зарплата	7,9%					490
И Т О Г О:						6695

ИТОГО: с р.к.=	1,3				8704
Страховые взносы	30,0%				2611
ИТОГО основных расходов:					11315

9.6 Расчет амортизационных отчислений

Амортизация оборудования в виде нормы амортизации, рассчитанной в зависимости от балансовой стоимости оборудования и его срока использования, равна 1,5% от ФЗП. При написании дипломной работы в качестве оборудования был задействован компьютер.

Резерв на непредвиденные работы и затраты колеблется от 3-6% (возьмем 3%).

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации за год, руб.	Сумма амортизации за период использования, руб.
Персональный компьютер	1	19000	10	85	1615	$\frac{1615}{365} \cdot 12 = 53$
ИТОГО						53,00

9.7 Расчет затрат на подрядные работы

Лабораторно-аналитические исследования отобранных проб были проведены подрядным способом. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 17. При расчете были использованы расценки на аналитические работы, выполняемые в отделе научно-производственных аналитических работ ИМГРЭ.

Таблица 17 – Расчет затрат на подрядные работы

№, п/п	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость	Сумма, руб
1	Масс – спектральный	4	848	3392

	метод с индуктивно связанной плазмой;			
2	Атомно– эмиссионный с индуктивно связанной плазмой	34	892	30328
Итого:				33720,00

9.8 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

На основании вышеперечисленных затрат определим общую сумму затрат на проведение организационно–технического мероприятия по следующей форме (таблица 18).

Таблица 18– Затраты на проведение организационно – технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	1833,25
Затраты на оплату труда (с учетом страховых взносов)	11315,00
Амортизационные отчисления (персональный компьютер)	53,00
Итого	13201,25

Общий расчет сметной стоимости представлен в таблице 19

Таблица 19 – Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ.

	Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость руб
1.Проектно сметныеработы	%ПР	100		13201,25
2. Полевые работы				13201,25
3. Камеральные работы	%ПР	100		13201,25
I Основные расходы:				39603,75
II Накладные расходы НР	%ОР	10		3960,4
Итого основных накладных расходов				43564,13
III Плановые накопления	%ОНР	15		6534,62
V Резерв	%ОР	3		1188,11
VI Подрядные работы (Лабораторные работы)				33720,00
Итого сметная стоимость				85006,86
НДС	%	18		15301,23
Итого с учетом НДС				100308,1

Таким образом стоимость реализации пилотного исследования, с учетом затрат на проектирование, камеральную обработку, на территории с.Калачи составляет 100308,1 руб. с учетом НДС.

10. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

10.1 Производственная безопасность

Данная работа носит характер теоретического исследования, так как ее основная задача - это литературный обзор, анализ полученных исследований, проведенных ранее сторонними организациями, проведение расчетов и построение теоретической модели. Базируясь на данной информации при выборе вредных и опасных факторов [74] можно составить следующую таблицу:

Таблица 20 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке полученных результатов анализов в с.Калачи

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003 – 74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работы, производимые на рабочем месте: 1) работа за компьютером (поиск, анализ информации, теоретическое моделирование и т.д.)	- <input type="checkbox"/> микроклимат; - <input type="checkbox"/> шум; - <input type="checkbox"/> статическое электричество; - <input type="checkbox"/> электромагнитное поле низкой частоты; - <input type="checkbox"/> освещённость; - нервно – психические перегрузки (монотонность труда)	- возможность возникновения пожара; - вероятность поражения электрическим током	В качестве правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности рассматриваются организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рассмотрим данные пункты более подробно далее по тексту.

10.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В данной работе объектом исследований выступает «сонная болезнь», возникшая в результате многофакторного воздействия негативных факторов природного и техногенного характера. В качестве природного фактора подразумевается повышенное содержание урана в породах, на которых расположена исследуемая территория, а в качестве техногенного фактора рассматриваются рекультивированные шахты, расположенные вблизи с.Калачи. Предметом исследования выступает с.Калачи, которое оказалось под влиянием данного синдрома. Наличие закрытых и рекультивированных шахт, в которых ранее велась добыча урановой руды, является источником возможного

вредного фактора – повышенного ионизирующего излучения на исследуемой территории.

В результате долгого влияния ионизирующего излучения на затопленную шахту возможно образование органических химических соединений, которые, в свою очередь, оказывают токсическое воздействие на организм человека и в дальнейшем могут нести мутагенный характер (данные выводы сделаны из анализа полученных измерений). Из оценки сложившейся ситуации – основной их путь поступления - это органы дыхания.

10.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Микроклиматические условия, которые воздействуют в данной работе на здоровье инженера – это температура, влажность воздуха. Микроклимат рабочей зоны оказывает прямое влияние на человека: переохлаждение и перегревы вызывают простудные заболевания и тепловые удары соответственно, а значит для нормальной трудоспособности необходимо соблюдать основные характеристики (таблица 21, 22) [75].

Таблица 21 – Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40-60	0,1

Таблица 22 – Допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже допустимого	Диапазон выше допустимого		Для диапазона ниже допустимого	Для диапазона выше допустимого
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Тёплый	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

В помещении, в котором осуществляется написание работы температура составляет 23 - 25°C, которое создается центральным отоплением, также в данном офисном помещении осуществляется естественная вентиляция – воздух поступает через окна и двери.

Для профилактики микроклиматических факторов необходимо соблюдение вышеприведённого температурного режима, влажности в помещении, что возможно осуществлять путем периодического проветривания помещения, регулирования системы отопления в стационарном режиме и периодического проведения замеров данных параметров (1 раз в 6 месяцев).

Шум - беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. В соответствии с санитарными нормами уровень шума около зданий в дневное время не должен превышать 55 дБ, в помещениях — соответственно 40 и 30 дБ. Источником шума, при проведении данной работы в офисном помещении, являются звук от эксплуатации автомобилей, шум, создающийся от соседних офисных помещений, в которых проходит обучение групп (20 -30 человек). Шум оказывает неблагоприятное воздействие, создавая, в данном случае психические напряжения и снижая трудоспособность. Таким образом, приведены следующие значение уровня звукового давления в помещениях офисов проектных и научно-исследовательских организаций [77]:

- допустимый уровень – 45 дБ;
- максимальный уровень – 60 дБ;
- оптимальный уровень – 50 дБ.

При выполнении работы на ЭВМ уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 45 дБ.

В этом случае средства защиты – это звукоизоляция помещений; наушники, беруши – в качестве средств индивидуальной защиты.

Недостаточная освещенность помещения – является еще одним негативным фактором. Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, повышению напряженности и, как следствие, головным болям и

повешенной утомляемости. Исходя из [78] пункта 4.3 требования к освещению помещений административных зданий при нормальной насыщенности помещений светом рекомендуется освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения 200 лк.

В помещение, в котором проводится написание магистерской дипломной работы применяется комбинированное освещение. Режим освещения следующий:

- с 9 до 10:30 – искусственное освещение, осуществляемое с помощью люминесцентных ламп;
- с 10:30 до 16:00 – естественное освещение, осуществляемое за счет широких окон, выходящих на юго – западную сторону.

В пасмурную погоду, когда естественного освещения недостаточно для осуществления нормальной деятельности, в помещении для освещения на протяжении всего рабочего дня используется искусственное освещение. В солнечную погоду нормирование света проводится за счет использования устройства типа жалюзи. Чистка стекол проводится не реже двух раз в год.

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, болях в области сердца, изменениях кровяного давления и пульса. Согласно [80] напряженность на рабочих местах, оснащенных техникой офисного пользования, не должна превышать 5 кВ/м. В таком месте персонал может находиться в течение полного 8 – часового рабочего дня.

Электростатические поля, создаваемые эксплуатируемой техникой в офисном помещении, не должны превышать по напряженности 20 кВ/м [79]. Воздействие электростатических полей приводит к электризации материалов. Электростатические поля влияют на эндокринную и сердечно – сосудистую систему организма человека. Для предотвращения влияния электростатических

полей необходимо проводить заземление оборудования, установка нейтрализаторов статического электричества.

Нервно-психические перегрузки являются одним из вредных производственных факторов, которые при написании данной работы могут возникнуть в результате монотонности труда, умственного перенапряжения, эмоциональных перегрузок. Нервно-психические факторы отражаются на сердечно – сосудистой, эндокринной систем человека, что в общих случаях приводит к проявлению различных симптомов: головная боль, слабость, повышенная утомляемость, головокружение, рассеянность, обморочные состояния и т.д. Для предотвращения проявления подобных симптомов необходимо соблюдать рабочий режим, проводить организацию по компоновке рабочей зоны, правильное распределение обязанностей и труда.

Далее в пункте 3 описаны опасные факторы, такие как: электроопасность и пожароопасность, а также необходимые требования к безопасности при их возникновении чрезвычайных ситуаций.

10.2 Экологическая безопасность

10.2.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

В результате написания дипломной работы, полученные предложения по решению проблемы «сонной болезни» в с.Калачи не оказывают негативного воздействия на окружающую среду.

10.2 .2Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

При выполнении данной работы предполагаемые источники загрязнения окружающей среды – это бумага, которая используется для печати в процессе обработки информации, картриджи, которые используются для печати текстовых файлов, люминесцентные лампы, которые используются для освещения рабочей зоны. Данный фактор воздействия на окружающую среду является прямым фактором.

Перечень отходов приведен в таблице 10.

Таблица 23 – Перечень отходов

Наименование	Кол-во	Код ФККО	Класс опасности
Отработанные люминесцентные лампы	2 шт.	47110101521	1
Бумага от канцелярской деятельности	3 кг	30700000000	5
Картриджи от оргтехники	2 шт.	48000000000	4

Однако воздействие данного негативного фактора на окружающую среду можно уменьшить при правильном использовании отходов. В данном случае возможно использование бумаги в качестве вторсырья (после ее переработки).

Отработанные люминесцентные лампы сдаются в специальную организацию, занимающуюся их утилизацией.

Картриджи от оргтехники разбираются на металлические и пластмассовые комплектующие. Металлические части сдаются в пункт приема цветных металлов, а пластмассовые – в фирму переработки пластмасс.

Так как работа не предполагает масштабного негативного воздействия на окружающую среду и ее компоненты (почва, вода, воздух, недра и т.д.), то в связи с этим можно сделать вывод об отсутствии необходимости в санитарно - защитной зоне.

10.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в офисных помещениях, являются угроза возникновения пожара, вероятность поражения электрическим током.

Возможными источниками пожароопасной ЧС являются:

- эксплуатируемые технические средства в офисном помещении, а также источники питания данных приборов;
- возможное влияние соседних офисных помещений как источник пожара при процессе его распространения.

Избежать возникновения данной ЧС можно путем:

- организации постоянного наблюдения за обстановкой в помещениях и на прилегающей территории;

- приведения в готовность пожарных расчетов и имеющиеся средства пожаротушения.

Возможными источниками возникновения электроопасной ЧС являются:

- эксплуатируемые технические средства в офисном помещении, а также источники питания данных приборов;

Во избежание данной ЧС все провода, подводящие напряжение к электрооборудованию, электроизолированы и находятся в заземленной металлической оплетке. На этаже, в котором располагается рабочее помещение имеются отключающие автоматы. Полы являются токонепроводящими, без токопроводящей пыли.

10.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При работе в офисном помещении ответственный административный аппарат компании обязан поддерживать благоприятные условия труда – таким образом система охраны труда, измеряемые параметры обеспечивается благодаря проведению определенных мероприятий по идентификации вредных и опасных производственных факторов. Такой процесс носит название СОУТ. Работа, производимая при написании данной магистерской, относится к «оптимальной» согласно характеристикам, приведенным в СОУТ. Аккредитация данного рабочего места осуществляется регулярно.

Эргономика рабочего места: предметы в рабочем пространстве располагаются в легкой досягаемости. Высота, ширина и длина рабочей поверхности стола отвечают следующим требованиям: 700 мм, 700мм, 1300мм соответственно. Рабочее кресло регулируется, его передний край является заглубленным.

Монитор на данном рабочем месте располагается на расстоянии 50 мм, также имеется возможность его регулирования. Клавиатура располагается на расстоянии 250 мм т края, клавиши имеют заглубленные углы и при нажатии обеспечивает ощущение щелчка.

При написании дипломной работы для поддержания трудоспособности инженером выполняется следующий график работы:

- режим работы: начало рабочего дня 9:00;
перерыв: 10 :30 и 13:00;
окончание рабочего дня: 18:00;

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Ключникова Ю. О., Барановская Н. В. , Рихванов Л. П. Анализ симптоматики проявления "сонной болезни" и синдрома повышенной утомляемости как отдаленное последствие газорадиационного фактора на примере природнотехногенной системы с. Калачи (Казахстан) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы V Международной конференции, Томск, 13-16 Сентября 2016. - Томск: STT, 2016 - С. 303-307
2. Ключникова Ю. О. Анализ возможных факторов, обуславливающих возникновение «сонной болезни» в с.Калачи (Республика Казахстан) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 2 - С. 153-155
3. Ключникова Ю. О. Анализ возможных факторов, являющихся причиной возникновения "сонной болезни" в с.Калачи (Республика Казахстан) // Ресурсоэффективным технологиям - энергию и энтузиазм молодых: сборник научных трудов VII Всероссийской конференции, Томск, 27-29 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - С. 122-125

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Aja Raden. Stoned: Jewelry. Obsession, and How Desire Shapes the World. October 2015, Pages, 400.
2. Кузнецов А.А., Апсаликов К.Н. Факторы, обуславливающие радиоэкологическую обстановку на территориях, прилегающих к декультивированным урановым шахтам Акмолинской области // Materials of the XII International scientific and practical conference, «Areas of scientific thought», - 2015/2016. Volume 15. Ecology. Geography and geology. Sheffield – P. 42-46
3. Отчет «Комплексные медико-экологические исследования населения и территории села Калачи Есильского района» Министерство здравоохранения и социального развития Республики Казахстан научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей, 2014
4. Отчет «Комплексные медико-экологические исследования на территории села Калачи и прилегающих территориях декультивированных урановых шахт Есильского района» Министерство здравоохранения и социального развития Республики Казахстан научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей, 2015
5. Каюков П.Г. и др. Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан // Отчет за 2004–2008 гг. в 16 книгах. – Алматы, 2008.
6. Абдуллин А.А. Геология Казахстана. – Алматы, 2005.
7. Хусаинов А.Т., Софронова Л.И. Влияние урановых хвостохранилищ Степногорского гидрометаллургического завода на загрязнение поверхностных и подземных вод // Вестник науки КазАТУ им. С.Сейфуллина. – 2011. - №4 (71).
8. Урановые месторождения Казахстана. Официальный сайт Казатомпром. URL: <http://www.kazatomprom.kz/ru/#!/industry/uranium/Uranium-deposits-in-Kazakhstan>
9. «Консервация уранодобывающих предприятий и ликвидация последствий разработки урановых месторождений на 2001-2010 гг.» Отчет. / РГП «Уранликвидрудник».

10. Федоров Г.В., Каюков П.Г., Беркинбаев Г.Д. Радиоэкология Казахстана // Материалы IV Международной конференции, г. Томск, 4–8 июня 2013 г
11. Котельянец Е.А., Коновалов С.К. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях Феодосийского залива/ Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь// Экология моря. – 2008. – 75. – С.89-93
12. Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 марта 2005 года № 147. Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм по питьевой воде
13. Федоров Г.В. и др. Проведение радиационного мониторинга сельских населенных пунктов Казахстана // Отчет за 2008–2011 гг. в 4 книгах. – Алматы, 2011
14. Федоров Г.В. и др. Эколого-демографическое обследование сельских территорий с целью составления экологических паспортов сельских населенных пунктов // Отчет за 2008– 2011 гг. в 4 книгах. – Алматы, 2011.
15. Каюков П.Г., Федоров Е.В., Беркинбаев Г.Д. Оценка радоноопасности территории Акмолинской области в Казахстане // ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», Казахстан, Алматы, 2014
16. Федоров Г.В., Каюков П.Г., Бенсман В.А. Актуальные вопросы изучения радоноопасности территории РК // Журнал «Экология и развитие общества»- Санкт-Петербург, №2 (4) 2012. 73-79 с.
17. Нормативный документ: Гигиенический норматив (ГН) «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан № 201 от 03.02.2012 г
18. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. N 40 "Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)" (с изменениями и дополнениями)
19. Примечание: Нормативный документ: СП «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных

- пунктах, почвам и их безопасности, содержанию территорий городских и сельских населенных пунктов, условиям работы с источниками физических факторов, оказывающих воздействие на человека» утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан № 168 от 25.01.2012 г.
- 20.Щепетова Екатерина Владимировна. Экологическая оценка генотоксического влияния загрязнения атмосферного воздуха методом микроядерного тестирования :Дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 Астрахань, 2005 187 с. РГБ ОД, 61:05-3/1555.
- 21.Буторина А.К., Калаев В.Н., Карпова С.С. Цитогенетические эффекты антропогенного загрязнения у детей, проживающих в различных районах г. Воронежа // Вестник Воронежского государственного университета. Серия химия, биология. – 2000. - № 2. – С. 91 – 93.
- 22.Дубинин Н.П. Генетический эффект свободных радикалов/ Н.П.Дубинин, Б.Н. Сидоров, Н.Н. Соколов//ДАН СССР.1959. – Т.128, №1. – С. 172 – 175
- 23.C.M. Lederer, J.M. Hollander, I. Perlman Table of Isotopes. — 6th. — New York: John Wiley & Sons, 1968.
- 24.David A. Winkler, Aaron Thornton, Géraldine Farjot, Ira Katz. The diverse biological properties of the chemically inert noble gases/ Pharmacology and Therapeutics. Volume160 (2016).P. 44–64
- 25.Weathersby, P.K., Homer, L.D. Solubility of inert gases in biological fluids and tissue: a review// Undersea Biomedical Research. Volume 7, Issue 4, 1980, Pages 277-296
- 26.Крестов Г.А., Виноградов В.И. Современные проблемы химии растворов – М.: Наука, 1986. – 264 с.
- 27.Meyer H. ZurTheorie der Alkoholnarkose // Arch. Exp. Path.a.Pharmakol. 1899. V.42. P.2-4.
- 28.R. Battino, F.D. Evans, W.F. Danforth, E. Wilhelm. Solubility of gases in liquids.2. Solubility of He, Ne, Ar, Kr, N₂, O₂, CO, and CO₂ in 2-methyl-1-propanol (1 to 55 degrees c) J Chem Thermodyn, 3 (1971), pp. 743–751

29. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. Ксенон в анестезиологии. Клинико-экспериментальные исследования. М.: «Пульс». 2000. 356 с.
30. Дарбинян Т.М., Головчинский В.Б. Механизмы наркоза. М.: Медицина. 1972.
31. Buron G., Hacquemand R., Pourié G., Brand G.. Inhalation exposure to acetone induces selective damage on olfactory neuro epithelium in mice. *NeuroToxicology* Volume 30, Issue 1, January 2009, Pages 114–120
32. Geller, E. Gause, H. Kaplan, R.J. Hartmann. Effects of acetone, methyl ethyl ketone and methyl isobutyl ketone on a match-to-sample task in the baboon. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. Volume 11, Issue 4, October 1979, Pages 401–406
33. Ross, D.S. Acute acetone intoxication involving eight male workers. *Annals of Occupational Hygiene*. Volume 16, Issue 1, April 1973, Pages 73-75
34. Rivadeneyra-Domínguez, E. Vázquez-Luna, A., R. Díaz-Sobac. Contribution of hippocampal area CA1 to acetone cyanohydrin-induced loss of motor coordination in rats// *Neurología*, Volume 32, Issue 4, May 2017, Pages 230-235
35. Девяткин В.В., Ляхова Ю.М. Химия для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. - Ярославль: Академия Холдинг, 2000. - С. 51
36. Ефимов А.И. и др. Свойства неорганических соединений. Справочник. - Л.: Химия, 1983. - С. 204-205
37. Kazuo Sato, b, Akiko Tsujia, Yosuke Usumotoa, Keiko Kudoa. Expression of mRNA in the frontal cortex and hypothalamus in a rat model of acute carbon dioxide poisoning *Legal Medicine*. Volume 19, March 2016, Pages 101–106
38. Velio Bocci. Is it true that ozone is always toxic? The end of a dogma// *Toxicology and Applied Pharmacology*. Volume 216, Issue 3, 1 November 2006, Pages 493–504
39. Velio Alvaro Bocci. Scientific and Medical Aspects of Ozone Therapy. State of the Art// *Archives of Medical Research*. Volume 37, Issue 4, May 2006, Pages 425–435
40. Junathan A. Bernstein, MD, Neil Alexis. The health effects of nonindustrial indoor air pollution// *J allergy clinimmunol*. March 2008. P. 585-591
41. Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие/ В.И. Беспалов; Томский политехнический университет. – 4-е изд., расшир. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 508 с.

42. Воианов А.Ф., Дранник Г.Н., Петровская И.А., Мусий М.Я. Нарушения иммунитета и синдром повышенной утомляемости у жителей г.Киева // Врачеб. дело. - 1991. - №11. - С.14-17.
43. Martin L.Pall. Pjst – radiation syndrome as a NO/ONOO⁻ cycle, chronic fatigue syndrome – like disease// Medical Hypotheses. – 2008. - №71. P. – 537 – 541
44. Белашев Б.З. Психотропные эффекты земных недр. Модели и механизмы// Человек на Земле. Т. – 11. Вып. – 1. 2016.
45. Фролов В. М., Кутько И. И., Пересадин Н. А. Синдром хронической усталости: пограничная патология на стыке интересов психиатров и клинических иммунологом. Институт неврологии, психиатрии и наркологии АМН Украины, г. Харьков, Луганский государственный медицинский университет, г. Луганск. - 1999. - №1.- С. 35-37.
46. Бариляк И.Р., Фролов В.М. Экология, иммунитет и состояние здоровья населения Украины // Актуальні проблеми акушерства і гінекології, клінічно імунології та медичної генетики: Зб. наук. праць. - Київ; Луганськ, Харків; 1998. - С. 179-190.
47. Фролов В.М., Дранник Г.Н. Проблемы иммуноэкологии: от синдрома повышенной утомляемости до синдрома хронической усталости // Імунологія та алергологія. - 1998. - №1.- С. 69-81.
48. Вовк И. Ф. Радиолиз подземных вод и его геохимическая роль. М., Недра, 1979, 231 с.
49. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.. Атомиздат, 1974. 416 с.
50. Петряев Е.П., Шадыро О.И. Радиационная химия бифункциональных органических соединений. – Минск: издательство «Университетское», 1986. - 166 с.
51. Харт Занвар М. Гидратированный электрон. М., Атомиздат. 1973 280 с.
52. Пикаев А. К. Импульсный радиолиз воды и водных растворов. М.. Наука, 1965. 260 с.
53. Шубин В. М., Кабакчи С. А. Теория и методы радиационной химии •воды. М.; Наука, 1969. 215 с.

54. Аллен А. О. Радиационная химия воды и водных растворов, М., Госатомиздат, 1963, 203 с
55. Перельман А. И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М., Недра, 1972. 288 с.
56. Бабинец А. Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы. Киев, Изд-во АН УССР, 1961. 379 с.
57. Гуцало Л. К. О процессах радиолиза воды в земной коре.— Сов. геология, 1974, № 8, с. 91—106.
58. Природные газы осадочной толщи. Л., Недра, 1976, 344 с.
59. Щербаков А. В., Козлова // Д., Смирнова Г. Н. Газы термальных вод. М., Наука, 1974. 219 с.
60. Пикаев А. К. Сольватированный электрон в радиационной химии. М., Наука, 1969. 457 с.
61. Уайтхед В. Дж. Углеводороды, образующиеся под действием радиоактивности. и их роль в происхождении нефти. В кн.: Ядерная геология. М., 1956, с. 257—283
62. Спинкс Дж., Вудс Р. Введение в радиационную химию. М., Атомиздат, 1967. 408 с.
63. Khan, F.I., Ghoshal Kr., Removal of Volatile Organic Compounds from polluted air/Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Volume 13, Issue 6, November 2000, Pages 527-545
64. Barker S. A. Bevington J.C. Effect of γ -radiation. P.6 Action of γ – radiation on deaerated solutions of ethylene glycol. – J. Chem. Soc., 1962, NT – 11, p. 4508 - 4528
65. Tomáš Hložek, Miroslava Bursová, Radomír Čabalaa Fast determination of ethylene glycol, 1,2-propylene glycol and glycolic acid in blood serum and urine for emergency and clinical toxicology by GC-FID//Talanta. Desember 2014. V.130.P 470-474
66. Olsen Joint P. FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants WHO Food Additives Series No. 32. World Health Organization, Geneva, Switzerland (1993) p. 267

- 67.EFSA, 2013. Analysis of occurrence of 3-monochloropropane-1, 2-diol (3-MCPD) in food in Europe in the years 2009-2011 and preliminary exposure assessment. 11
- 68.Никишин Г.И. Виноградов М.Г. Химия ацильных радикалов. – Успехи химии, 1971, т. 40, № 11, с. 1960 – 1995
- 69.Павлов Б.Н., Павлов Н.Б., Куссмауль А.Р и др. Физиологические эффекты газовых смесей и сред, содержащие ксенон и криптон. [Электронный ресурс] http://medxenon.ru/sreda_kxenon_kripton.html.
- 70.Antonopoulou M., Evgenidou E., Lambropoulou D.. A review on advanced oxidation processes for the removal of taste and odor compounds from aqueous media. Water Research. Volume 53, 15 April 2014, Pages 215–234
- 71.Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Выпуск 2 Геолого – экологические работы. Москва «ВИЭМС» 1993
72. Таблица окладов ППС и НС (от 01.10.2013) [Электронный ресурс] http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/peo/documents/Tab1/oklad_2013.pdf
- 73.Постановлением Правительства РФ от 1 мая 1992 г. №309 «О повышении районных коэффициентов в отдельных районах и городах Томской области».
- 74.ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
- 75.ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
- 76.ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- 77.СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки
- 78.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
- 79.ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 80.ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Complex analysis of possible problems of emergence of "sleeping sickness" in the village of Kalachi (Kazakhstan)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Ключникова Юлия Олеговна		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

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

Introduction

Since the spring of 2012 on the territory of the village of Kalachi (Akmola region) the first cases of mass symptoms of "sleeping sickness" have been recorded among the local residents, that sickness is characterized by the similar symptoms: weakness, drowsiness, dizziness, loss of coordination and partial loss of memory, unconscious or semi-conscious state. All cases were preliminarily diagnosed of "encephalopathy of unknown etiology", directly pointing to the ambiguity of the causes of pathology.

The disease was characterized by the periodic bursts of epidemic falling asleep and was conditionally divided into 9 waves. Experts have pointed out the following features of the outbreaks of the disease ("sleeping sickness"):

1. The locality of the disease: all the victims are residents of villages of Kalachi and Krasnogorsk.

2. A direct correlation between the air temperature and the increase of the number of victims, in other words the outbreaks of disease are recorded on the days when there is a sudden warming in the fall, winter and early spring.

This work is devoted to the study of the possible causes of "sleeping sickness" among the residents of the village of Kalachi (Republic of Kazakhstan). To achieve the goal the following tasks must be performed:

- to assess ecological and geological environment of the village of Kalachi;
- to analyze previously conducted radioecological investigations at the studied area and to assess the radiation tension;
- to analyze the results of experts' measurements and to assess the impact of possible factors on the emergence of "sleeping sickness";
- to represent and describe a suppositive model, describing the cause of the appearance of negative factors.

1. The analysis of environmental and geological situation in the village of Kalachi

The studied area – the village of Kalachi is located on the right bank of River Ishim, 44 km from the district center – the village of Yesil, Yesil district, Akmola region of Kazakhstan. 600 meters from the village of Kalachi a former urban-type settlement of Krasnogorsk is located. The village of Kalachi is a part of Krasnogorskiy village administration. At the time of manifestation of the disease in the village of Kalachi roughly 680 residents lived.

As noted in [4] the main radioecological feature of Akmola region is a location of its administrative borders within almost the entire area of the largest North Kazakhstan uranium-ore province. This uranium-ore province is the largest in the world and includes more than 30 uranium deposits and occurrences of uranium ore, which are combined in 7 ore clusters [11].

The total reserves of the province amount up to 16.5% of the total reserves of Kazakhstan [32]. The rocks of Northern Kazakhstan are characterized by enough high background of uranium and thorium with a ratio of U:Th close to 1:4 [31].

In connection with the presence of uranium reserves, which are relevant to the industrial content, from 1960 to 1990 on that territory the Ishim ore node was developed. The development was carried out by the underground method. The estimated volume of vug holes is 53 million m³. During the underground development the ventilation and water pumping were conducted in mines. After the mines had been deculturated water pumping wasn't carried out.

In this regard, on the territory near the studied object there are numerous facilities and constructions that are a part of the infrastructure of the enterprises of uranium mining in the field of Ishim. Now the main occupation of the village livers are agriculture, breeding, vegeculture. Most of the land is used for growing crops.

It should be noted that mining and processing of uranium ore give the largest volume of radioactive waste, its waste being the largest of all the uranium producing complex. A specific feature of the uranium and thorium production is a presence of radionuclides with long half-life in all types of waste. As a result of wind erosion the

deflation of dust from the surface of dumps takes place and also the solid decay products of constantly emitted radon are shifted over long distances. As a result of this process, the exposure dose of gamma radiation of the soil increases and may exceed the established normal values.

In connection with the above presented information the specialists have put forward the following possible causes of "sleeping sickness":

- pesticides and chemicals for the production of agricultural products;
- high natural radioactive background;
- influence of the previously developed and closed Ishim deposits (as the source of the high radioactivity) on the local population.

2. Methods, Results and Discussions

We have used the data obtained by the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan to explore the basic indicators of ecological situation and their further influence on organisms in the Kalachi. The availability of data on underground development of deposit, seasonal nature of "sleeping sickness" manifestation has led to the construction of a theoretical model that explains the mechanism of the appearance of gas mixture composition and its impact on citizens.

In accordance with the Order of Ministry of Health № 122 in the village of Kalachi the complex medical and ecological studies of radiative, non-radiative and biological parameters (blood, hair, food) have been carried out.

The results of measuring the content of heavy metals, radioactive elements and pesticides in food products, conducted by the experts as the result of monitoring, allow us to suggest that pesticides and chemicals are not a possible cause of "sleeping sickness". The specific activity of Cs-137 and Sr-90 in food products of the village of Kalachi (bread, flour, vegetables and fish) is below the permissible content of radionuclides in food products.

The grades of concentration of toxic elements such as mercury, lead, cadmium, arsenic in food products (flour, bread, vegetables, fish) in the examined samples were not detected.

2.1 Analysis of the results of the earlier conducted radioecological studies

In this work the analysis of the results of the radiohydrolithochemical studies conducted in the period of 2004 – 2008 by the public company "Volkovgeology" and the results of the radiological surveys conducted from 2008 to 2011 by the LLP (limited liability partnership) "ECOSERVICE – S", presents as a literary review.

The results of the conducted by the public company "Volkovgeology" studies (in a scale of 1:1 000 000) confirm the location of the territory of the village of Kalachi in the potentially dangerous radio-ecological zone, which is characterized by the presence of a number of radiation factors caused by natural and man-made manifestations of increased radioactivity, the main ones of which are the numerous areas of anomalous increase of natural radioactivity, uranium deposits and occurrences, and also multi-year large-scale mining of uranium ore.

The results obtained by the LLP "ECOSERVICE – S" confirm the excess of the established norms of the maintenance of radon in the air of the living areas in 67% of the 4,700 surveyed rural settlements, including the studied area of the village of Kalachi.

The studies show that the area of the village of Kalachi is subjected not only to natural sources of radiation, but also it is influenced by the technogenic component – decultivated uranium mines of Ishim field.

2.2 Analysis of the results of the conducted research of radiation parameters

Depending on the level above sea and the geological structure, each studied area has its own background radiation. On the basis of generally accepted norms of Radiation Standards and in accordance with the Order of the Minister of Environment Protection of Kazakhstan [9], the level of safe values of exposure dose to the human body when "the radiation background is normal" is up to 0.2 mSv/hour (2 Mr/HR).

According to the results of protocols and reports of the measurements of radiation parameters, which were carried out by the specialists of the Scientific Research Institute of radiation medicine and ecology, the gamma – ray background of the studied area ranges within:

0,06-0,19 mcSv/h in open areas,

0,06-0,22 $\mu\text{sv/h}$ inside the residential premises,

0,07-0,12 $\mu\text{sv/h}$ inside the other rooms.

These values are estimated to be relatively low, with account of the presence of values, which represent the boundaries for the normal gamma-background, due to the influence of the anthropogenic component.

The scope and results of the studies of equivalent equilibrium volumetric activity (EEVA) of radon, conducted in the period from March 2013 to October 2014 in the premises and cellars of the village of Kalachi, are shown in the table 1.

Table 1 – the Scope and results of the equivalent equilibrium volumetric activity of radon (Bq/m^3) in the premises of the village of Kalachi.

№	Premise	Number of measurements	Variance of values	Average values
1	Living rooms	313	18 - 1521	186
2	Cellars	46	35 - 10991	740

In accordance with hygienic standard [18], approved by the statement of the government of the Republic of Kazakhstan, in the existing buildings annual average equivalent equilibrium volumetric activity of the daughter products of radon and thoron in the air of residential premises should not exceed 200 Bq/m^3 .

From all examined areas, about 63% do not meet the requirements of the current standards.

The figure 1 shows the graph of average values of the levels of radon EEVA in the residential areas of the village of Kalachi (by months) for the entire period of measurements.

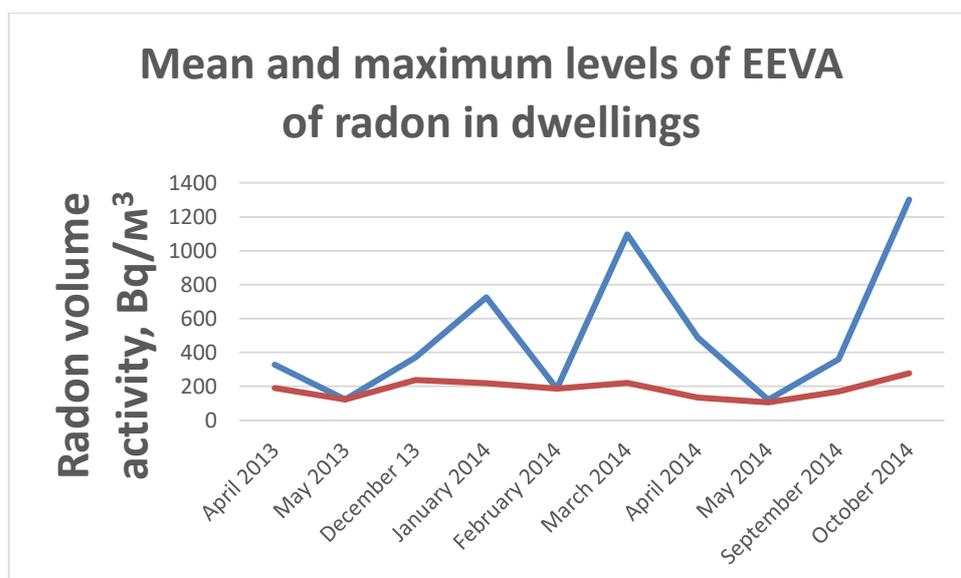


Figure 1– The average of radon EEVA in all residential areas of the village of Kalachi from April 2013 to October 2014

In general, the majority of indicators is within the maximum permissible concentrations, but the overall high volumetric activity of radon should be noted, the average value does not drop below 100 Bq/m³, while in most parts of Kazakhstan this indicator is 2 times less.

Besides, from this graph it should be noted that emissions of radon have burst character and its content in the air increases during the winter and spring months, namely: January, April, March, September, October, and December. It should be noted that the symptoms of "sleeping sickness" have been noticed exactly in these months, which tells about the release of radon, as about one of the factors of the emergence of sleeping syndrome.

Additionally, a daily measurement of radon was carried out. Some results obtained are shown in figure 3:

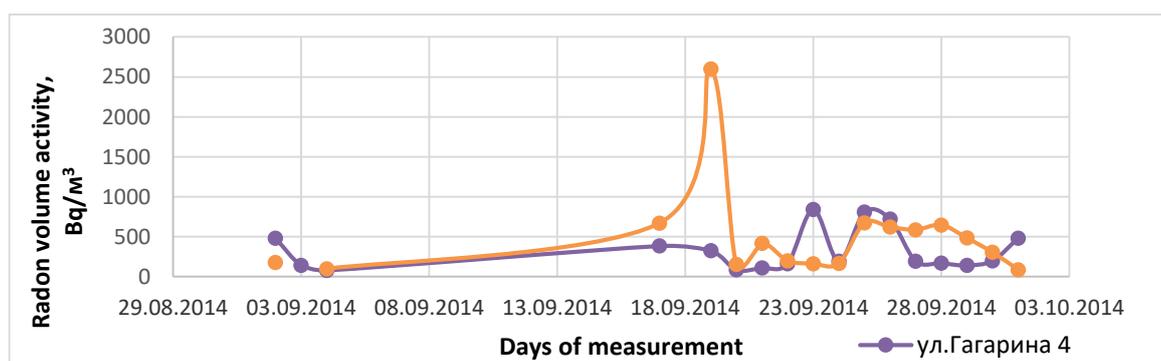


Figure 3 - Results of daily measurements of radon in several houses of the village of Kalachi

The obtained data indicate that the levels of radon content vary greatly within a few days (up to 130 times). Such fluctuation of radon release says about the possibility of negative effects on the organisms.

According to the results of the measurements the specialists created a map of the exceeding concentration of radon in the air of the living space with points of cases of "sleeping sickness" (Fig.2).

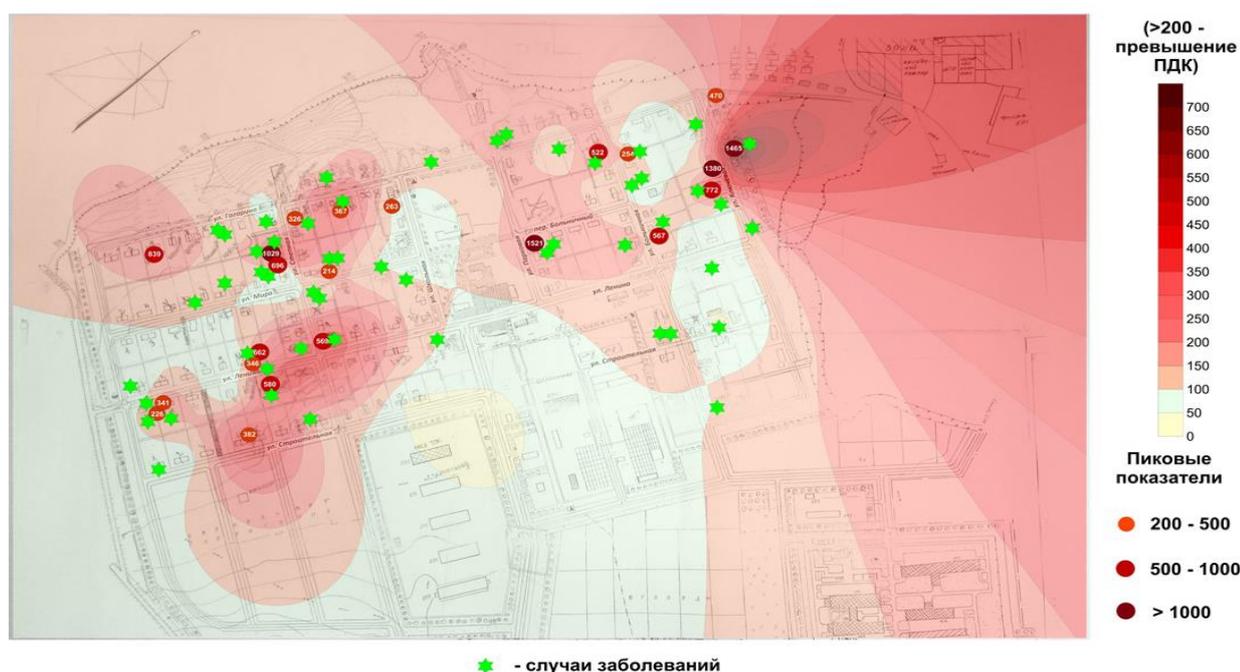


Figure 2 - Map of maximum permissible concentration of radon contained in indoor air with dots of cases

Analyzing this map it can be seen that the locations of the people with "sleeping sickness" coincide with the areas, where the MPC exceeds permissible values. This fact allows us to assume that radon is one of the possible factors of "sleeping sickness".

2.3 Analysis of the results of studies of non-radiative parameters

In the period from March 2013 to October 2014, the specialists of the State Sanitary and Epidemiological Surveillance for Esil district and the specialists of "Scientific and Practical Center of Sanitary-Epidemiological Expertise and

Monitoring” studied non-radiation indicators of ecological situation of Kalachi village. During the research, we carried out measurements to determine the content of harmful substances in the air. Some of the results are shown in Table 2. Selecting given compounds explained by that other - for example, benzene, ammonia, formaldehyde, carbon disulfide and etc. were below the detection limit.

Table 2 - Concentrations of certain hazardous substances in the air of the village Kalachi

№	DETERMINE SUBSTANCE	MPC, MG/M³	MEASUREMENT RESULTS, MG/M³
1	Carbon oxide	5	0,08-10
2	Carbon dioxide	-	67-2240
3	Ozone	0.03	0.0002-0.13
4	Acetone	0.35	0.001-76

Analyzing the given data, we can conclude that ozone exceeds MPC 1,3-1.4 times, carbon oxide exceeds MPC 1.3-2 times and the content of acetone in the atmospheric air is twice as much.

Also the daily measurements (from 24.09.2014 to 5.10.2014) of concentration of harmful substances in the atmospheric air were made (10 points of daily measurements: 9 points in the residential buildings and the buildings of social significance, 1 point – on the playground). By the results of measurements we can point out extremely high levels of acetone, with the maximum MPC up to 2 orders of magnitude.

2.4 Analysis of the results of biological substrates

Together with non-radiative and radiative environmental conditions of the village of Kalachi the elemental composition (63 chemical elements) of the biological substrates of the residents of the village was studied. As biosubstrates were selected blood and hair of the local residents, including survivors of the "sleeping sickness".

Selected blood samples were also analyzed for the presence of micronuclei and chromosomal aberrations. Let us analyze the obtained results.

2.4.1 Analysis of the results of micronucleus test in the study groups

One of the indicators of exposure to negative changes of the environment on the body is the micronucleus test of the blood cells. Micronuclei arise from the chromosome fragments that lack centromeres and so they are excluded from the cell nuclei at the time of cell division. The factors, that can lead to the change in micronuclei and cause further mutagenic changes, may have chemical, biological, physical nature.

To confirm the influence of radiation and chemical parameters on the population of the study area by a team of scientists were selected the blood samples of the ill residents. The main group consisted of 46 people (16 men, 23 women, 7 children). In the comparison group were not diseased inhabitants of the village of Kalachi (11 men, 8 women, 3 children) and the control group were healthy persons from the nearby district center of Esil in the amount of 20 people (9 men, 8 women, 3 children).

The results of the counting of cells with cytogenetic abnormalities in the three study groups are shown in the Table 3.

Table 3 - Distribution of the median of the index of proliferation of study groups

Subjects	Main group n=46	Comparison group n =22	Control group n =20
Men	4,33‰	2,99‰	1,2‰
Women	4,7‰	2,0‰	1,0‰
Children	3,2‰	2,7‰	1,2‰
Total	4,3‰	2,6‰	1,1‰

According to experts, the average values of the frequencies of cells with micronuclei in erythrocytes of peripheral blood of healthy people should not exceed 2‰ per 3,000 cells.

As can be seen from the table the obtained results of the micronucleus test vary from 3.2 to 4.7 ‰, which exceed the permissible level almost 2 times. The test for content of micronuclei confirms the influence of chemical or radiation nature on the inhabitants of the village of Kalachi.

Based on the results of measurements of non-radiative and radiative indicators the increase in the number of micronuclei in the blood of the inhabitants of the village of Kalachi is explained by the possible influence of acetone, carbon monoxide and nitrogen, which concentrations are several times higher than the MPC, and also by the possible influence of radon, the level of which is also exceeded in the study area.

To confirm the influence of the radiation factor on the inhabitants of the village of Kalachi it is necessary to analyze chromosomal aberrations in blood.

2.4.2 Analysis of the results of chromosomal aberrations in the study groups

The experts of the Scientific Research Institute of radiation medicine and ecology, for the period from September to October of 2014, selected for cytogenetic studies the biomaterial of 91 persons, the "diseased" inhabitants of the village of Kalachi – 49 persons (28 women and 22 men) were assigned to the main group, "not diseased" inhabitants of the village of Kalachi – 22 people (9 women and 13 men) were taken as the "comparison group" and as a "control group" (the people of the village of Esil) – 20 people (11 men and 9 women).

The results of the survey of 205 clinically healthy individuals aged 20-50 years were taken as the basis for comparison, the average frequency of chromosomal aberrations $1,00 \pm 0,11$ per 1000 cells was set.

Table 4 - The results of the chromosomal aberrations

Cytogenetic index		Groups for research		
		Main group	Comparison group	Control group
Examined		49	22	20
Frequency of chromosomal aberrations		$0,01 \pm 0,003^{**}$	$0,002 \pm 0,0006$	$0,004 \pm 0,0002$
Number of aberrations per 100 cells (% from the common number of metaphases)	Dicentrics	$0,23 \pm 0,048^{**}$	0	0

The table shows that the persons of the main group are influenced by the stable factors of toxic-genetic risk (mostly the combined effect (chemical, radiation)), compared to the "not sick" persons and the control group.

Increasing of the frequency of the dicentric chromosomes, which are considered to be markers of radiation injury, is explained by the influence of the high content of radon in the air, including the duration of its exposure.

3. Attempts to find possible additional sources of negative impact

For the detected chemical elements and micronuclei were built the correlations to determine the relationship between the chemical elements and micronuclei, which are contained in the blood. From the obtained results was revealed the strong correlation of the content in the blood of Y and Sr. This correlation is shown on the figure 3. Other dependencies have not been established. To explain the existing relationship is not possible yet.

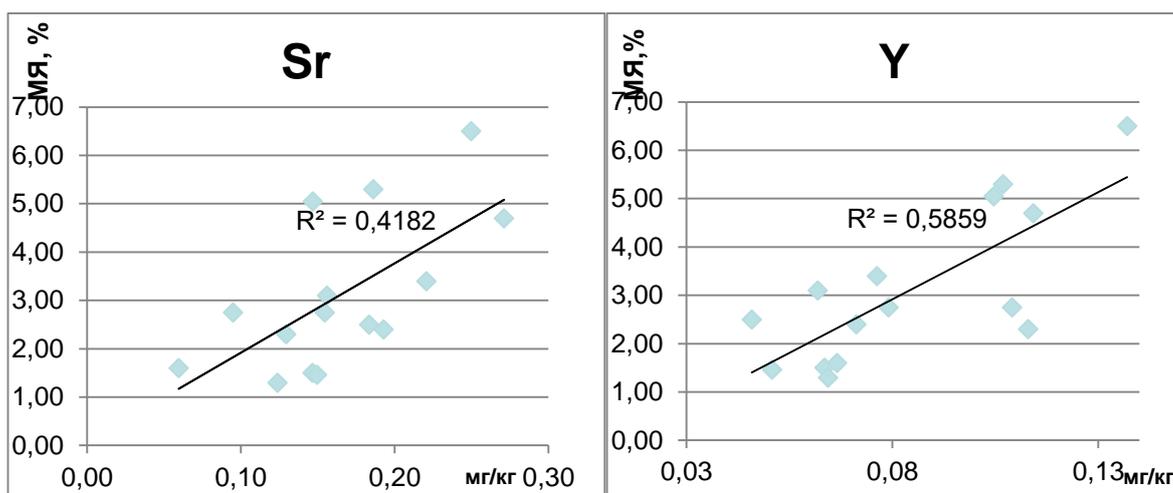


Figure 3- Correlation between the content of micronuclei (%) and chemical elements (Sr and Y) in blood of the residents of the village of Kalachi (correlations are based on the results of analyzing the determination of elements content in the blood, by the "Chemical – analytical center "Plasma")

4. Analysis of the problems of the emergence of "sleeping sickness"

As the result of the literature analysis concerning the research area of Kalachi and the obtained data about biological, radiative and non-radiative indicators in the studied area, we concluded that the occurrence and action of "sleeping sickness" are

based on the common effect of several radiative and non-radiative factors of natural and technogenic origin.

The data analysis showed that among the measured radiative parameters high content of radon in the atmospheric air of residential premises and cellars has a mutagenic effect on the inhabitants of the village of Kalachi, which is confirmed by cytogenetic studies.

However, the impact of radon as a radioactive component is not the main cause of "sleepy syndrome", this fact is denied by the conducted cancer research and statistics of diseases on the territory of the village of Kalachi. At present, the danger to the public represents a feature of radon as an inert gas, to show the drug effect [42]. N. In. Lazarev built the row of inert gases according to its strength of the narcotic effect [42,43] and the descending order of the ratio of the Meyer-Overton [44].

Based on the theory of Meyer-Overton the narcotic action of inert gases is caused by the dissolution in the nervous tissues, which in turn depends on atomic weight – the greater the atomic weight is, the greater its solubility and the greater its narcotic effect.

By far the best anesthetic from among the inert gases is xenon [45]. The closest to xenon in the anesthetic properties of gases are krypton and radon. Although radon should have even stronger narcotic effect than xenon, based on the theory of Meyer-Overton, but it's impossible to be used because of the high radioactivity of the gas.

Mapping the results of the exceeding content of radon in the air of the residential premises and places of "outbreaks" of disease in the study area indicates a direct relationship of measured radiation parameter and sleepy syndrome.

The found exceeded values of ozone, acetone and carbon monoxide in the measurement of non-radiative parameters are perhaps some of the components, providing toxicological effects that is confirmed by a high content of micronuclei in human blood.

Acetone is a colorless, flammable liquid with a pungent odor and high volatility. The estimated half-life of acetone in the blood is 5 hours, while the half-

life in the atmosphere is 22 days. Acetone is used in many industrial processes as an intermediate product. When inhaled, acetone is rapidly absorbed and widely distributed to all tissues. Acetone is not considered to be genotoxic or mutagenic. [6] It should be noted that acetone belongs to class IV of danger and it is able to affect an organism, causing a weak narcotic effect. It was noted in [7], that the inhalation of acetone, which is half the MPC, during the day may cause a deferred reaction, i.e. the time of the organism response to any environmental exposure increases. Other studies report unconsciousness, dizziness, instability, confusion and headache resulting from exposure to acetone [8]. Analyzing the similarity of symptoms resulting from the impact of acetone intoxication on a human and “sleeping sickness”, we can conclude that acetone can be one of the causes of disease in Kalachi village.

After the penetration of carbon monoxide and dioxide into an organism, there is a contact with hemoglobin in human blood. As a result, carboxyhemoglobin is formed, which in turn leads to hypoxia [15]. One of the most characteristic symptoms of hypoxia is a headache and dizziness. Ozone has a general toxic, irritant, carcinogenic, mutagenic, genotoxic effect; It causes fatigue, headache.

5. Modeling

One of the possible causes of exceeding activity of the concentration of radon in the residential premises of the village of Kalachi are gases formed in the abandoned mines of the former uranium mining complex.

After the years of underground mining of Ishim and Lyubimovskiy fields, that are located near the village of Kalachi, the vast cavities (roughly 53 million m³) have been formed under the ground. These factors formed the basis for a theoretical model explaining the appearance of these gases on the surface of the study area of the village of Kalachi.

The model developed at the Department of Geoecology and Geochemistry, Tomsk Polytechnic University explains the mechanism of formation of these gases and their appearance on the territory of Kalachi was explained. According to this model, in the course of development of mineral resources, the water was pumped out and regular ventilation was carried out, so the dispersion crater was formed. But after

deposit decommissioning, the pumping of water and ventilation of air stopped, groundwater levels began to recover, and the dispersion crater disappeared. The gas mixture, formed in the surface layer, comes under pressure of water level, which increases depending on the amount of precipitation, possibly due to the rising water levels during the spring snowmelt and rainy season. From the results of the study [4] found that the months in which there is a disease (October, December, January, February, March, April) coincides with the months, that which observed a high radon yield (October, February, March, April) and coincides a season in which precipitation is maximized - this spring, winter, autumn.

Considering the presence of radioactive factor in the mines, the impact of water on it and the pressure, we can assume that the main process, occurring in this system, is the radiolysis. The effect of radiation on the system "soil – water – air" causes the transformation of the chemical composition of water and air. This assumption is confirmed by the presence in the air of such chemical elements as carbon monoxide, acetone, and ozone concentrations in the exceeding concentrations. Currently, the effects of radiolysis in a similar system are studied in the field of hydrogeology and geochemistry.

Considering that radiation is the main energy process in nature. Energy of the earth's crust is determined by the radiation contained in rocks of radioactive elements — uranium, thorium and potassium [13].

The essence of radiative-chemical reactions is that under the influence of radiation energy the ionization and excitation of molecules and atoms of the medium take place, as a result the chemical bonds and the nutrients are destroyed or weakened, temporarily forming energy-rich atoms and radicals, free electrons, which reacting with the source substances form new compounds, often by a chain mechanism.

Under the influence of radiolysis on any system by the output products there appear the various compounds such as: carbon monoxide, carbon dioxide, methane, ozone, acetic acid, formic acid, pyruvic acid, acetone, etc. As a result of interaction of

organic matter with products of radiolysis of water in the system of radiolysis hydrocarbon gases and methane are formed:



Conclusion

The village of Kalachi is a zone of high potential risk of natural radio-ecological factors that are strengthened by the nuclear processes of technogenesis (the development of deposits).

In studies conducted in the village of Kalachi the elevated levels of radon, carbon monoxide, ozone, acetone were revealed, which have a seasonal character, coinciding with the nature of emergency of the disease. Confirmation of the influence of inhalative impact of the data of the measured parameters are the micronucleus test and the results of chromosomal aberrations, which have high sensitivity to the changes of environmental factors.

As a result of the literary analysis we came to the conclusion that the cause of the disease of the population is a complex micro-factor exposure to the found radiative and non-radiative measurement parameters. The model of gas outputs to the surface under the action of the pressure of the natural piston fully reflects the mechanism of appearance of the main factors in the formation of "sleeping sickness". Gases emerging at the surface are of radioactive-chemical nature they are explained by the influence of radiolysis on the environment resulting from the flooding of abandoned mines.