

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Изучение распределения радона на территории города Кемерово с помощью ГИС-технологий

УДК 550.42.546.296 (571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM51	Верховых Ю. А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л. А.	Д. Г.-М. Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И. В.	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Задорожная Т. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ГИГЭ	Гусева Н. В.	К. Г.-М. Н.		

Томск – 2017 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания в области <i>специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-1, ПК-2) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования в <i>условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-3, ПК-4, ПК-5) Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ПК-6, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.1.3), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ</i> данных из <i>мировых информационных ресурсов</i> , <i>формулировку выводов</i> в условиях <i>неоднозначности</i> с помощью <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и оригинальных методов	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ПК-9, ПК-10) Критерий 5 АИОР (п.1.4), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-11, ПК-12, ПК-13) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды	Требования ФГОС ВПО (ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.4) согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-3, ОК-4). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-1) Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть <i>компетентным</i> в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ПК-12). Критерий 5 АИОР (пп. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»
Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Гусева Н. В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Верховых Юлии Андреевне

Тема работы:

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КЕМЕРОВО С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.03.2016 № 2321/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы ООО «Геотехника» изучения гамма-поля и распределения радона на территории Кемерово. Материалы изучения геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории, геологическая карта.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Разработка геоинформационной системы (ГИС) для оценки радоноопасности территории города и применение ее для построения карты районирования территории города Кемерово по степени радоноопасности; Изучение состава эманаций в воздухе помещений города.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Лист 1. Геологическая карта г. Кемерово. М 1:200 000 Лист 2. Обобщенные значения физико-механических свойств горных пород района

		Лист 3. Методы измерения плотности потока радона с поверхности почвы Лист 4 Метод определения содержания радона на территории г. Кемерово Лист 5. Модель геоинформационной системы «РАДОН» Лист 6. Карта районирования территории г. Кемерово по степени радоноопасности М 1:100 000
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф И. В.	
«Социальная ответственность»	Задорожная Т. А.	

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Современное состояние вопроса о радоне в природе, методах его определения в природных средах	Modern status of the radon in nature, methods of its determination in natural environments

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л. А.	Д. Г.- М. Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM51	Верховых Ю. А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа, в виде магистерской диссертации 127 страниц, 24 рисунка, 21 таблица, 62 источника, 6 графических приложений.

Ключевые слова: радоноопасность, геоинформационные системы, плотность потока радона, дочерние продукты распада, радиационная безопасность, инженерно-геологические условия, горные породы, состав, свойства и условия залегания горных пород, гидрогеологические условия.

Объектом исследования является геологическая среда г. Кемерово.

Целью работы является разработка геоинформационной системы для изучения распределения и мониторинга радона на территории г. Кемерово.

В процессе исследования проводились обобщение и анализ литературных данных, фактического инженерно-геологического и радиационно-гигиенических материалов проведенных исследований. Разработка геоинформационного пакета «РАДОН». Материалы предоставлены ООО «Геотехника».

В результате исследования разработанная геоинформационная система «РАДОН» может быть использована в работе комитета по охране окружающей среды администрации города Кемерово. Построенные электронные карты радоноопасности, территории города Кемерово могут быть включены в генеральный план застройки города.

Текст работы осуществлен в программном интерфейсе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены с помощью ГИС-инструмента ArcMap, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2007.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Активность радона (Бк) – количество актов естественного радиоактивного распада ядер радона за 1 секунду; активность радона равна произведению количества атомов радона и постоянной распада λ_{Rn} .

Дочерние продукты распада (ДПР) радона – семейство короткоживущих изотопов, образующихся в процессе распада радона.

Естественный радиационный фон – доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека;

Коэффициент эманирования радона – отношение количества радона, свободно выделяемого веществом единичной массы в равновесном состоянии, к количеству образующегося в веществе радона;

Объемная активность радона (ОА) (Бк/м³) – активность радона, равномерно распределенного в объеме 1 м³ (концентрация, выраженная в единицах активности).

Пористость – доля объема сухого материала, заполненная воздухом.

Противорадоновые меры – технические мероприятия, предпринятые с целью снижения содержания радона и его дочерних продуктов в воздухе помещения.

Радиоактивность – это способность ядра вещества превращаться в его другую модификацию, что сопровождается испусканием частиц или определенного вида энергии (квантовой).

Радиационная безопасность населения (РБ) – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения;

Скорость поступления радона Бк/(м³·ч) – удельное поступление радона в единичный объем помещения за 1 ч.

Эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) (мБк/м³с) – объемная активность газообразного радона в равновесии с его короткоживущими дочерними продуктами, которая имела бы такую же удельную потенциальную энергию альфа-излучения, как и существующая неравновесная смесь.

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения;

БУ – блок управления;

ЕРН – естественные радионуклиды;

КВО – кратность воздухообмена;

НКДАР ООН – Научный комитет по действию атомной радиации при Организации объединенных наций;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ППД – полупроводниковый детектор;

ПУ – пульт управления;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

УА – удельная активность;

ЭД – эффективная доза;

ЭСП – электростатическое поле.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ РАДОНА И ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ...13	
1.1 История открытия	13
1.2 Свойства радона	26
1.3 Объект и методы исследования	27
1.4 Радонноопасность территорий	28
1.5 Современное состояние проблемы радонноопасности на территории г. Кемерово	37
2 ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ Г. КЕМЕРОВО.38	
2.1 Методы определения содержания радона в почвенном воздухе	38
2.2 Особенности инженерно-геологических условий г. Кемерово.....	40
2.2.1 Геоморфологические условия	42
2.2.2 Гидрологические особенности	43
2.2.3 Климатические особенности	44
2.2.4 Литолого-стратиграфические особенности	46
2.2.5 Полезные ископаемые	56
2.2.6 Гидрогеологические особенности.....	57
2.2.7 Инженерно-геологические процессы и явления.....	60
2.3 Обследование на радон зданий и сооружений города Кемерово.....	61
3 РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г. КЕМЕРОВО ПО СТЕПЕНИ РАДОНООПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	63
3.1 ГИС-технологии при изучении распределения радона в городе Кемерово.....	63
3.2 Характеристика районов по степени концентрации радона в подвальных помещениях	70
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	75
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	83
Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	85
Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	94
Экологическая безопасность	100
Безопасность в чрезвычайных ситуациях	101
Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А (раздел на иностранном языке)	113

ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Лист 1. Геологическая карта г. Кемерово. М 1:200 000

Лист 2. Обобщенные значения физико-механических свойств горных пород района

Лист 3. Методы измерения плотности потока радона с поверхности почвы

Лист 4 Метод определения содержания радона на территории г. Кемерово

Лист 5. Модель геоинформационной системы «РАДОН»

Лист 6. Карта районирования территории г. Кемерово по степени радоноопасности

М 1:100 000

ВВЕДЕНИЕ

Применение географических информационных систем (ГИС) в настоящее время, является одной из неотъемлемой частью информационного обеспечения научных исследований. ГИС могут интегрировать большие объемы научных данных, используемые в повседневной работе. При задействовании пространственной компоненту этих данных в качестве ключа связи, ГИС позволяет динамически формировать новые связи между данными, в том числе, хранимыми в разнородных базах, обеспечивая доступ к данным и просмотр информации в контексте карты. С другой стороны, ГИС решает задачи подготовки и построения базовых и тематических карт, а также задачи, связанные с пространственным анализом геологической информации и моделированием.

На протяжении последних десятилетий городская среда становится основой современной техногенной цивилизации. При этом возрастает не только степень техногенной нагрузки на окружающую среду городов, но и создаются условия для потенциально негативных воздействий возводимых и уже эксплуатируемых строительных объектов. Одним из таких потенциально негативных факторов, оказывающих непосредственное влияние на безопасную область обитания человека, является радиационное воздействие естественных источников излучения, в частности, радона и его дочерних продуктов распада.

Территория города Кемерово является потенциально радоноопасной, о чем свидетельствуют радиоэкологические работы, проведенные в Кемеровской области в целом, и в Кемерово в частности. Специально спроектированная и разработанная ГИС-технология позволит эффективно провести целенаправленное обследование Кемерово на радон, получить более ясную картину радоноопасности территории города, спланировать и провести мероприятия по снижению концентрации радона в помещениях с точки зрения конкретных групп домов и населения.

Целью работы является разработка ГИС для изучения распределения и мониторинга радона на территории города.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить природу эманации радона.
2. Изучить распределение радона в грунтах, поверхностных и подземных водах на территории города Кемерово.
3. Построить карту районирования территории города Кемерово по степени радоноопасности при помощи ГИС-технологий.

1 ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ РАДОНА И ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Городская среда в течение последних десятилетий становится главной основой современной техногенной цивилизации. При этом создаются не только условия для потенциально негативных воздействий возводимых и уже эксплуатируемых строительных объектов, но и увеличивается степень антропогенной нагрузки на окружающую среду территории городов. Таким образом, наиболее потенциально негативным фактором, который оказывает непосредственное влияние на безопасную среду обитания человека, является радиационное воздействие естественных источников излучения, а в частности, радон и его дочерние продукты распада.

1.1 История открытия

История радона началась в 15–16 вв. с того, что была замечена высокая смертность австрийских горняков от таинственной «горной болезни» при добыче свинцовых руд. В районе Яхимов (Чехия) руду добывали на поверхности земли или неглубоко под землей, а в районе Шёнберг (восточная Германия) руду добывали в глубоких шахтах, глубина достигала 400 м, позже выяснилось, что это был уранит. Беккерель именно с уранита открыл явление радиоактивности [57].

В 1899 году Пьер и Мария Склодовская-Кюри обнаружили, что газ, который находится в контакте с радием, остаётся радиоактивным в течение месяца [59]. Позже Эрнест Резерфорд и Роберт Оуэнс отметили, что радиоактивность препаратов тория колеблется со временем. Далее Резерфорд объяснил это тем, что торий испускает, кроме α -частиц, и некое неизвестное ранее вещество, так что воздух вокруг препаратов тория постепенно становится радиоактивным. Это вещество он предложил назвать эманацией (истечение, излучение) тория и дать ему символ Em. Последующие наблюдения Резерфорда в 1901 году показали, что и препараты радия также

испускают некую эманацию, которая обладает радиоактивными свойствами и ведёт себя как инертный газ [57], однако он в этой работе отметил приоритет супругов Кюри в открытии эманации. В 1903 году французский химик Андре-Луи Дебьерн обнаружил короткоживущую эманацию актиния [57].

Таким образом, эманацию тория называли тороном, эманацию радия – радоном, актиния – актиноном. Было доказано, что все эманации на самом деле представляют собой радионуклиды нового элемента — инертного газа, которому отвечает атомный номер 86. Впервые его выделили в чистом виде и измерили его плотность Уильям Рамзай и Роберт Уитлоу-Грей в 1908 году [59], они же предложили назвать газ нитон (от лат. *nitens*, светящийся). В 1923 году газ получил окончательное название радон, и символ Em был сменён на Rn.

Заслуга открытия радона как химического элемента часто приписывается также немецкому химику Фридриху Дорну. Вопросы приоритета в открытии радона рассматриваются в работе Джеймса и Вирджинии Маршалл [59], где показано, что первооткрывателем радона как химического элемента следует считать Резерфорда.

В 1900 году Дорн открыл изотоп радона ^{222}Rn с периодом полураспада 3,823 дня и опубликовал статью об этом, сославшись на более раннюю работу Резерфорда. Резерфорд, сперва с Оуэнсом, а затем один в 1899 году работал с другим изотопом ^{220}Rn (тороном), период полураспада которого около 55,6 секунды. Резерфорд не знал о работах немца, так как тот опубликовал свою работу в немецком журнале с небольшим тиражом. Дорн совершенно не интересовался радиоактивностью. И только в 1902 году Резерфорд и Содди экспериментально доказали, что эманация — это изотоп радона. Они сумели её охладить и превратить в жидкость с помощью новой физической установки в университете МакГилл и опубликовали статьи [59].

В последующем за годы, прошедшие со дня открытия радона, его основные константы почти не уточнялись и не пересматривались. Что свидетельствует о высоком экспериментальном мастерстве тех, кто

определил их впервые. Была уточнена только температура кипения (или перехода в жидкого состояния из газообразного), минус 62° С [57].

Что касается отечественных исследований в области изучения радона в частности, так член-корреспондент Академии наук СССР **Борис Александрович Никитин** (1906 – 1952 гг.) в ленинградском Радиовом институте получил и исследовал первые комплексные соединения радона – с водой, фенолом и некоторыми другими веществами.

Основы применения естественных и техногенных радиоактивных изотопов для решения геологических и экологических задач заложены в работах многих ведущих исследователей: В. Г. Хлопина; И. Е. Старика; В. И. Спицына; В. И. Баранова; В. В. Чердынцева; А. И. Тугаринова; Ю. А. Израэля; А. С. Кривохатского; Ю. А. Шуколюкова; В. Л. Шашкина; Г. В. Войткевича; А. Н. Еремеева; В. Г. Мелкова; В. И. Малышева; А. Л. Якубовича; П. И. Чалова; В. Л. Зверева; К. Е. Иванова; В. М. Купцова; Н. Г. Сыромятникова; Р. М. Алексахина; Н. А. Титаевой; Ф. И. Павлоцкой; С. М. Вакуловского; Б. Ф. Мясоедова; Л. П. Рихванова и многих других.

Виталий Григорьевич Хлопин (1890 – 1950 гг.) – русский и советский радиохимик, один из основоположников советской радиохимии и радиевой промышленности; получил первые отечественные препараты радия; один из основателей Радиового института и ведущих участников атомного проекта, основатель школы советских радиохимиков.

Установил закон распределения микрокомпонента между твёрдой и жидкой фазами; предложил метод определения состава нестойких химических соединений посредством изучения условий сокристаллизации, изучал условия миграции радиоактивных элементов в земной коре и разработал метод определения абсолютного возраста горных пород на основе радиоактивных данных. Открыл и исследовал радийсодержащие воды и изучил распространённость гелия и аргона в природных газах, бора в природных водах.

Наиболее значимые труды:

- Развитие радиоактивных исследований в Союзе за 15 лет
- Радий и радиоактивность
- Химия радиоэлементов
- Геохимия благородных газов и радиоактивность

Иосиф Евсеевич Старик (1902 – 1964 гг.) изучал коллоидное состояние радиоэлементов в связи с их адсорбционными свойствами, вопросам определения геологического возраста радиоактивными методами, изучение условий миграции радиоэлементов, а также разработка методов радиохимического анализа.

- Ядерная геохронология
- Основы радиохимии

Большую роль в развитии химических наук и технологий сыграли также труды **Виктора Ивановича Спицына** (1902 – 1988) по химии комплексных соединений, урана и ряда трансурановых элементов, проблемам радиационной химии:

- Методы работы с применением радиоактивных индикаторов
- Физико-химические свойства радиоактивных твёрдых тел
- Искусственные радионуклиды в морской среде

Чердынцев Виктор Викторович (1912 – 1971) советский физик и геохимик, доктор физико-математических наук. Ученик В. Г. Хлопина. Ему принадлежат основные труды в области геохимии изотопов, ядерной геофизики и радиогеологии. Впервые обосновал происхождение тяжёлых химических элементов в массивных звёздах. Обосновал значение радиоактивных и радиогенных изотопов (^4He , ^{40}Ar) при изучении верхней мантии Земли.

- Распространённость химических элементов;
- Уран-234;
- Ядерная вулканология;

В 1954 открыл совместно со своим учеником **Павлом Ивановичем Чаловым** (1921 – 2000) эффект естественного разделения изотопов урана ^{234}U и ^{238}U (эффект Чердынцева – Чалова).

Так, в частности П. И. Чалову принадлежат следующие труды в области радиоэкологии:

- О механизме образования неравновесных соотношений между естественными радиоактивными изотопами в уран и торий содержащих природных соединениях 1969.
- Использование неравновесного урана для индикации природных и техногенных процессов
- Изотопное фракционирование природного урана.
- Моделирование радиационных нарушений, создаваемых атомами отдачи в природных кристаллах, для оценки естественного разделения четных изотопов урана
- О пространственной корреляции аномального избытка урана-234 в подземных водах и ртутно-сурьмяного оруденения телетермального типа.

Тугаринов Алексей Иванович (1917 – 1977) советский геолог-геохимик, специалист по редким и радиоактивным элементам. Основные труды:

- Уран в метасоматических процессах,
- Основные черты геохимии урана;

Шуколюков Юрий Александрович (1929 – 2013). Его работы посвящены области геохимии изотопов, где он впервые обнаружил и исследовал изотопные аномалии, вызванные природными ядерными процессами в радиоактивных минералах; предсказал новый тип радиоактивности – сильно асимметричный самопроизвольный распад ядер, подтвержденный позднейшими экспериментальными исследованиями; выполнил широкие исследования геохимии изотопов благородных газов.

Его наиболее значимые публикации, касающиеся радиоактивности урана и его ДПР:

- Деление ядер урана в природе.
- Продукты деления урана на Земле.
- Графические методы изотопной геологии.
- Геохимия и космохимия изотопов благородных газов.

Шашкин Виктор Лаврентьевич.

- Опробование радиоактивных руд по гамма-излучению.
- Эманирование радиоактивных руд и минералов

Войткевич Георгий Витольдович (1920 – 1997) – геолог, геохимик, доктор геолого-минералогических наук, профессор.

- Радиогеология и ее значение в познании истории Земли.
- Проблемы радиогеологии.
- Радиоактивность в истории Земли.

Еремеев Александр Николаевич (1920 – 1999) возглавляя сектор геофизических методов поисков и разведки месторождений, вместе с сотрудниками разрабатывал научно-методические основы и технико-технологический комплекс глубинных поисков урановых месторождений. Под его руководством коренным образом были пересмотрены ранее существовавшие теоретические представления о поисковых и оценочных критериях и признаках месторождений радиоактивных руд. Важнейшим звеном этих исследований было выделение и ранжирование по значимости конкретных поисково-оценочных параметров для важнейших промышленных типов урановорудных объектов, что легло в основу новой технологии выявления месторождений на закрытых площадях. Внедрение этой методологии в практическую деятельность дало мощный импульс развитию глубинных поисков, в результате которых была выявлена целая серия новых крупных урановых объектов.

Вячеслав Гаврилович Мелков (1911 – 1991) – учёный-геолог, минералог, специалист по минералогии урана.

Им был открыт, изучен и синтезирован ряд редкометальных минералов, разработаны новые методики их обнаружения и диагностики, выявлены геологические, физико-химические условия и закономерности процессов образования этих минералов в разных условиях, включая гипергенные, предложены новые принципы прогноза редкометальных месторождений, открыты месторождения ранее неизвестных типов.

- **Поиски месторождений урана**

Якубович Александр Лазаревич (1919 – 2014) был главным научным сотрудником в области ядерно-физических методов элементного анализа горных пород.

В 1947 г. им был создан первый прибор для аэропоисков месторождений радиоактивных руд с самолета.

- **Ядерно-физические методы анализа горных пород**

Рудольф Михайлович Алексахин является одним из ведущих радиоэкологов в мире. Вся научная деятельность Рудольфа Михайловича связана с историей развития современной радиоэкологии. Он является одним из основателей отечественной лесной радиоэкологии, радиоэкологии орошаемого земледелия, признанным специалистом в области обеспечения экологической безопасности ядерной энергетики. Алексахиным Р.М. разработаны эконоцентрические принципы радиационной защиты природной среды, создана концепция радиоэкологической эквивалентности при обращении с долгоживущими высокоактивными отходами при ядерном энергопроизводстве на быстрых реакторах и замыкании ядерного топливного цикла.

- **Радиоактивное загрязнение почвы и растений.**
- **Современные проблемы радиобиологии.**
- **Ядерная энергия и биосфера**

Наталья Алексеевна Титаева (1930 – 2005), ее труд «Ядерная геохимия», в котором изложены основные вопросы, связанные с нахождением и поведением различных типов радионуклидов естественного и

антропогенного происхождения в земном веществе. Рассматриваются вопросы геохронологии. Приведены принципы измерения радионуклидов. Излагаются также вопросы, посвященные физическим и физико-химическим особенностям радионуклидов.

Фанни Ильинична Павлоцкая (1922 – 2006) работала по проблеме «Радиоактивность внешней среды» на стыке наук радиохимии, геохимии и почвоведения, в ходе работы было разработано новое научное направление – геохимия искусственных радионуклидов и развиты исследования по радиоэкологии. Под руководством Ф.И. Павлоцкой разработаны методы анализа, методология комплексных исследований, изучение форм нахождения и закономерности миграции искусственных радионуклидов в наземных экосистемах.

- Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах.
- Формы нахождения и миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах.
- К вопросу об изучении форм поступления некоторых продуктов деления на земную поверхность
- Радиохимический анализ.

Сергей Мстиславович Вакуловский – советский и российский геофизик, эколог; специалист по радиоактивному загрязнению СССР и России. Совместно с Катрич И. Ю., Краснопевцев Ю. В., Никитин А. И., Тертышник Э. Г., Чумичев В. Б., Шкуро В. Н., Давыдов Е. Н., Лишевская работали над проблемой радиоактивности морей и океанов:

- О загрязнении Атлантического океана и его морей радиоактивными продуктами
- Аппаратурно-методический комплекс для контроля за радиоактивным загрязнением морей и океанов
- Радиоактивное загрязнение Балтийского моря в 1980г

- О проникновении радиоактивных промышленно-загрязненных вод Северного моря в центральные районы Балтийского моря

Борис Фёдорович Мясоедов – российский учёный, доктор химических наук, специалист в области радиохимии, аналитической химии радиоактивных элементов и радиоэкологии.

Основные научные труды Б. Ф. Мясоедова относятся к области радиохимии, аналитической химии радиоактивных элементов и радиационной экологии. Широкое признание получили его достижения в изучении химических свойств актиноидов, разработке методов их выделения, концентрирования и разделения, в создании средств контроля за поведением радионуклидов в биосфере

- Аналитическая химия трансплутониевых элементов.
- Химические сенсоры.
- Основные этапы развития радиохимических исследований.
- Радиоактивное загрязнение окружающей среды и возможности современной радиохимии в области мониторинга. Вопросы радиационной безопасности.

Александр Евстафьевич Бахур в своей диссертации «Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. В ходе исследований получил следующие результаты:

- Разработан стандартизованный комплекс универсальных высокочувствительных методов определения широкого круга естественных и техногенных радионуклидов в природных объектах, являющийся основой решения задач радиоэкологии, геологии, технологии, радиационного мониторинга геологической среды, контроля качества и сертификации минерального сырья, позволяющий повысить точность, достоверность и информативность исследований.
- Создана научно-методическая основа радиационного контроля природных вод, реализованная в масштабах Российской Федерации и

включающая: обоснование приоритетного перечня высокотоксичных радионуклидов и радиационных параметров, оптимизированную схему выполнения контроля, аппаратно-методическое и метрологическое обеспечение.

- Установлены закономерности миграции техногенных и естественных радионуклидов, формы их нахождения и особенности изотопных соотношений, позволившие создать научно-методические основы идентификации источников загрязнения, определения их потенциальной опасности и прогнозирования изменения радиоэкологической обстановки.

- Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены закономерности формирования аномальных радиоизотопных ореолов в подземных водах и почвенных горизонтах на урановых объектах различного генезиса, созданы научно-методические основы выявления участков скрытого уранового оруденения и дифференциации радиоактивных аномалий, позволяющие повысить эффективность геологоразведочных работ, минимизировать и прогнозировать радиоэкологические последствия разведки и освоения месторождений.

Владимир Иванович Уткин (1935 – 2015) – советский и российский геофизик. В область его научных исследований входили:

- ядерно-физические методы исследования горных пород и руд;
- распределения кларковых содержаний естественных радиоактивных (уран, торий, калий) и породообразующих элементов в околорудных зонах и метасоматических измененных породах Урала;
- пространственное распределение поля радиогенных газов и теплового потока на Урале и прилегающих территориях;
- процессы переноса и перераспределения радиоактивных загрязнений;
- остаточные явления в районах подземных ядерных взрывов;
- выделение радона из массива горных пород при изменении их напряжённого состояния.

Его индивидуальные труды:

- Газовое дыхание Земли. Радон и проблема тектонических землетрясений .
- Радоновая проблема в экологии [56].
- Пространственно-временной мониторинг радона — основа среднесрочного прогноза землетрясений.

Анатолий Константинович Юрков старший научный сотрудник Института геофизики Уральского отделения РАН, кандидат геолого-минералогических наук. Окончил Свердловский горный институт по специальности инженер-геофизик. Основные работы посвящены исследованию полей радиогенных газов в пределах Урала и связь концентрации этих газов с особенностями геологического строения Урала.

В. И. Уткиным совместно с А. К. Юрковым, была предложена модель эксталяции радона в условиях сжатия или растяжения трещиновато-пористой среды, эквивалентной горным породам. Приведены примеры, подтверждающие эту модель для условий подготовки горных ударов в глубоких шахтах и тектонических землетрясений различного генезиса.

Совместные работы:

- Поведение радона при подготовке геодинамических процессов.
- Радон как «детерминированный» индикатор природных и техногенных процессов.
- Радон как индикатор геодинамических процессов.
- Радон и проблема тектонических землетрясений [55].
- Радоновая проблема в экологии [56].
- Организация контроля за изменением геодинамической обстановки на северном Кавказе на основе температурного и радонового мониторинга.
- Изменение концентрации радона в связи с горными ударами в глубоких шахтах.

- Методические вопросы измерения содержания радона-222 в почвенном воздухе при мониторинговых наблюдениях.

Также, значимые работ, касающиеся радоноопасности и радона в частности можно увидеть в материалах следующих исследователей:

- **Девакеев Р.** Инертные газы: история открытия, свойства, применение.
- **Колосов А.Е.** Радон 222, его влияние на человека.
- **Нефёдов В.Д.** Радиохимия.
- **Леонтьев А. В.** Современное состояние химии радона.

Апкин Ренат Нуриханович. Современное состояние вопроса регистрации радона и физические методы измерений его активности в почве, воде и воздухе.

В работе рассматриваются проблемы регистрации радона в городских условиях. Анализируются основные пути поступления радона в помещения, зависимость его концентрации от природных условий исследуемой местности. Показаны конкретные результаты проведенных замеров активности радона в водных источниках [36].

Что касается вопросов радоноопасности территорий и геологических условий, определяющих формирование радиационной обстановки, **Галиной Викторовой Стась** совместно с **Мпекко Нсендо Арди** были рассмотрены территории Подмосковского бурогоугольного бассейна, известного скоплением урана, радия и радона, а также другие радоноопасные территории России, где ~~было~~ выявлено несколько районов повышенного риска, расположенных в самых разных геологических структурах [40].

Позднее Стась в соавторстве с Качуриным Н.М., Поздеевым А.А., были опубликованы следующие работы:

- Прогноз выделения радона в горные выработки угольных шахт.
- Выделения радона в атмосферу горных выработок угольных шахт.
- Радон в атмосфере угольных шахт.

Наибольший вклад в исследования радоноопасности территорий России внес **Олег Агаев**, предложивший несколько критериев, которые позволяют отнести территории к потенциально опасным по концентрации радона в почве, воде и воздухе:

1. К территориям опасным по радону отнесены регионы, в которых установлены месторождения и рудопроявления урана, но при этом аномальных концентраций радона в приповерхностном слое грунта не обнаружено;

2. К опасным территориям по радону отнесены регионы, в которых незначительно развиты горные породы, содержащие уран, или они не выходят на дневную поверхность;

3. К неопасным территориям отнесены те регионы, на которых неизвестны месторождения урана или их рудопроявления перекрыты наносами [48].

Середкиной Ольгой Максимовной в работе «ГИС-технологии в изучении распределения радона на территории города Иркутска», впервые проведено детальное обследование зданий и сооружений г. Иркутска на содержание радона на первых этажах и в подвальных помещениях. В результате обследования создана цифровая модель радонового поля территории Иркутска, отображающая реальную ситуацию радоноопасности в городе. Составлены подробные электронные карты радоноопасности в точках по подвальным помещениям для оценки фактического распределения радона на дневной поверхности территории Иркутска [49].

Что касается территории Кемеровской области, с 1999 г. по 2005 г. **Натальей Викторовной Сорокиной** проводились исследования, в ходе которых была выявлена многофакторность формирования дозы радиоактивного воздействия. Автором указано, что по величине отклонения от основного максимума относительно регионально-фонового содержания радона в г. Юрге концентрация его повышена вдвое. В Кемеровской области

было проведено около 3000 измерений и выявлено, что в ряде случаев наблюдается сверхфоновая нагрузка до 0,1 сГр/год [50].

1.2 Свойства радона

Радон (^{222}Rn) (далее радон) – является радиоактивным газом природного происхождения, не имеет цвета, запаха и вкуса, хорошо растворим в воде. Он является продуктом радиоактивного распада цепочки, основоположником которой является уран-238 [59].

Радон Rn – элемент № 86 нулевой группы периодической системы Менделеева, газ без цвета и запаха из одноатомных молекул, радиоактивен; химически почти нейтрален (благородный газ), в 7,5 раза тяжелее воздуха. Известны три природных активных изотопа радона, принадлежащих к радиоактивным семействам урана, тория и актиния – радон, торон и актинон (^{222}Rn , ^{220}Rn и ^{219}Rn) с периодами полураспада соответственно около 3,8 сут, 55 с и 3,9 с. Из них лишь первые два имеют гигиеническое значение и представляют основной интерес с точки зрения радиационной безопасности (РБ) [59].

Из 1 г радия образуется 1 мм³ радона в сутки. По данным НКДАР при ООН, радон вместе со всеми ДПР ответственен примерно за 3/4 годовой индивидуальной ЭД облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации.

Радон-219 (актинон) может оказывать воздействие лишь в специфических случаях, связанных с загрязнением помещения продуктами переработки уранового сырья, содержащими селективно экстрагированные радионуклиды актиноуранового ряда ^{227}Ac и ^{231}Ra .

Радон-222 встречается в природе в 20 раз чаще, чем радон 220, а содержание в природе актинона и вовсе ничтожное, так как соотношение

урана ²³⁸ и урана ²³⁵ в месторождениях равно 0,00725. Поэтому, говоря о радоне, подразумевают, прежде всего, радон.

Физические свойства радона отражены в табл. 1.

Таблица 1 – Свойства радона [59]

Точка кипения	- 62 °С
Точка плавления	- 71 °С
Плотность при нормальных условиях	9,81 кг*м ³
Растворимость в воде при 0 °С, объемная	0,5
Содержание в атмосфере	~7*10 ⁻¹⁷

Из-за того что, плотность радона при 0°С равна 9,81кг/м³, он почти в 8 раз больше плотности воздуха, и именно поэтому радон накапливается в подвалах, горных выработках, пещерах, тоннелях, глубоких ямах и т.п. Также, радон легко подвижен и воздушными потоками может переноситься на большие расстояния. Он также сравнительно хорошо растворим в воде и перемешивается с грунтовыми и поверхностными водами [56].

1.3 Объект и методы исследования

Знание геологии и типов почв необходимо для идентификации радоноопасных территорий. В связи с этим, наиболее надежным способом их определения является измерение концентраций радона в определенной выборке существующих зданий и сооружений. Поэтому прогнозная оценка требует натурального подтверждения и диктует необходимость проведения радиационно-гигиенического обследования территории города, исходя из этого, объектом исследования в данной работе является геологическая среда г. Кемерово.

Предмет исследования – распространение радона г. Кемерово в приповерхностном слое грунта.

В Российской Федерации основным методом исследования критерия радоноопасности территории служит измерение плотности потока радона (ППР) в почвенном воздухе. В данном исследовании использован метод

измерения плотности потока радона с поверхности грунта на основе определении количества радона, накопленного в пробоотборнике или в измерительной камере за счет поступления с поверхности грунта известной площади.

1.4 Радонοοпасность территорий

Плотность потока радона с поверхности грунта и содержание радона в воздухе построенных зданий и сооружений, определяет главный фактор – радонοοпасность территории.

Так как, радон всегда присутствует в любом горном массиве, то выделение радона из грунта, происходит двумя путями, за счет диффузии и за счет отдачи, поэтому уменьшение его концентрации, например, за счет диффузии из массива в воздух постоянно компенсируется новой генерацией газа. Среднее величина радона в массиве всегда неизменна и определяется концентрацией радия (урана) в этом массиве. Миграция радона в горном массиве и его выделение с поверхности почвы определяются макроскопическим коэффициентом диффузии, зависящий от различных факторов. Самыми главными являются проницаемость, пористость и трещиноватость. При наличии проницаемости (трещиноватости) верхней части массива грунта и возводящих газовых потоков конвективный перенос радона с газовыми струями, осуществляется с глубины около 200м. Динамические изменения концентрации радона в приповерхностном слое земной коры должны отражать динамические изменения напряженно-деформированного состояния горного массива в значительном объеме.. Очевидно, что при сжатии массива проницаемость его снижается, а при разгрузке увеличивается.

Содержание эманаций радон-222 и торон-220 и продуктов их распадов в приповерхностном слое атмосферы можно определить за счет эксгаляции их с земной поверхностью (грунт, почва, растительный покров) и диффузией

их в воздухе. Иногда, содержание радона хорошо коррелирует с величиной радия-226 в приповерхностном слое почвы. Но, несмотря на это, районы с высоким содержанием радона в воздухе все же чаще всего связаны с геохимией подстилающих пород и особенностями геологической структуры [36].

Как уже говорилось выше, радон больше всего накапливается в закрытых помещениях, в подвалах и на первых этажах зданий и сооружений, так при естественной вентиляции величина его концентрации резко падает, то наибольший интерес представляет его поведение в подземных помещениях территории застройки, так как это не исключает возможность его миграции на верхние этажи зданий. Пути поступления изотопов радона и его ДПР в подвальные и первые этажи зданий можно назвать следующие:

- По тектоническим нарушениям из недр Земли, которые способствуют подъему и накоплению радона близ поверхности, и потом он просачивается через фундамент зданий;
- Строительные и отделочные материалы. При этом количество радона определяется не только величиной радия в материалах, но и величиной эманации радона.

Потенциальная оценка радоноопасности территории, как правило осуществляется по комплексу геофизических и геологических факторов. Геологическими факторами являются: наличие определенных петрографических типов пород, разрывных нарушений, сейсмическая активность территории, присутствие радона в подземных водах и выходы радоновых источников на поверхность. Геофизические факторы включают: значительную удельную активность радия в породах, слагающих геологический разрез; уровни объемной активности радона (концентрация) в приповерхностном слое почвенного воздуха, ЭРОА радона в зданиях и сооружениях, эксплуатируемых на исследуемой территории и в прилегающей зоне. Согласно СП 11-102-97 [25], наличие данных о зарегистрированных значениях эквивалентной равновесной объемной

активности радона, превышающих $100 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$, на территории застройки, служит основанием для классификации района как потенциально радоноопасного.

ЭРОА (эквивалентная равновесная объемная активность) ($\text{мБк/м}^2 \text{ с}$) это такая концентрации радона, при которой достигается равновесная смесь с его дочерними продуктами распада, имеющая то же значение скрытой энергии альфа-излучения, что и рассматриваемая неравновесная смесь. Характеристика совокупной (до распада) энергии альфа-частиц тех дочерних продуктов, задерживаемые в органах дыхания, называется скрытой энергией альфа-излучения в единице объема воздуха. Следовательно, именно величина эквивалентной равновесной объемной активности позволяет характеризовать воздействие радона в любой смеси с его дочерними продуктами распада. Произведение ЭРОА на объем вдыхаемого воздуха, определяет поступление ДПР радона [48].

Ураново-рудные районы и провинции с широким развитием специализированных урановых участков земной коры, относят к потенциально радоноопасным территориям, на которых наблюдаются:

- урановые или урансодержащие месторождения и рудопроявления;
- специализированные радиоактивные элементы (уран, радий) геологических формаций и отдельных геологических тел;
- радоновые или радий-радоновые подземные воды и, как следствие, выходы минерализованных радоновых вод на поверхность вдоль глубинных разломов и зон трещиноватости [37].

Известны случаи при проведении геологических исследований, которые говорят о том, что некоторые слаборадиоактивные породы могут содержать в своих пустотах и трещинах радон в количествах, в сотни и тысячи раз больших, чем более радиоактивные горные породы. При своеобразном «дыхании» Земли радон выделяется из горных пород в атмосферу, причем в наибольших количествах из участков недр Земли, в

пределах которых имеются коллекторы радона. Застройка территории непосредственно над такими трещинными зонами зданий и сооружений приводит к тому, что в эти сооружения из недр Земли непрерывно поступает поток грунтового воздуха, содержащего высокие концентрации радона, который, накапливаясь в воздухе помещения выше предельно допустимых концентраций, может создавать серьезную радиологическую опасность для человека.

Центральные районы Русской платформы, являются потенциально опасными территориями по радону, в которых число объектов и интенсивность радоновых аномалий ниже, чем для опасных районов; площади с более повышенной опасностью, как правило, более мелкие – это районы Дальнего Востока и Северо-Востока. Практически все районы, имеющие статус опасного и повышенного риска по радоноопасности, охватывают ураноносные провинции с многочисленными месторождениями урана и урансодержащих руд и широким развитием радиогеохимически специализированных комплексов горных пород.



Рисунок – 1 Схема районирования территории России по степени радоноопасности.

1 – щиты; 2 – древние платформы; 3 – молодые платформы; 4 – срединные массивы; 5–9 складчатые области: 5 – добайкальские, 6 – байкальские, 7 – палеозойские, 8 – мезозойские, 9 – кайнозойские; 10 – вулканогенные пояса; 11 – радоноопасные площади: а – потенциально опасные, б – опасные; 12 – номер площади [48]



– Территория исследования

Данная карта районирования территории России произведена на основе анализа пространственного распределения качественных признаков радоноопасности, к которым относят следующие:

- наличия урановых и урансодержащих месторождений и рудопроявлений;
- наличия геологических формаций и отдельных геологических тел, специализированных на радиоактивные элементы (уран, радий, торий);
- выходов на поверхность радий-радоновых и радоновых минерализованных подземных вод и ряд других признаков.

Согласно существующим нормативным документам, оценка потенциальной радоноопасности территорий проводится по вещественному составу грунтов, присутствию разрывных нарушений и выходов на поверхность радоновых источников, конкретная оценка радоноопасности производится на основании полевых измерений потока радона специальной аппаратурой. Но здесь отсутствует оценка влияния динамических факторов состояния грунтового массива на измеряемые значения потока радона и, как следствие, существует вероятность неправильной оценки радоноопасности объекта.

Существующие в грунтовом массиве геодинамические зоны оказывают существенное влияние на определяемую величину потока радона. Установлено, что в геодинамических зонах показатели различных физических характеристик претерпевают периодические изменения в зависимости от геодинамического режима, т.е. измеренная в разное время года в одной и той же точке величина потока радона может значительно отличаться. Увеличение значений в сторону превышения норматива позволяет учесть это значение как аномальное, уменьшение – дает основание

считать это значение фоновым, которое в другое время измерений может быть аномальным, в этом случае возможен пропуск значений потока радона, превышающих норматив.

Связь повышенных значений плотности потока радона с геологическими и структурными особенностями изученных территорий обнаруживается уже на региональном уровне.

На территории Российской Федерации выделены следующие области с потенциально повышенной степенью радоноопасности, это такие территории как: Кольский полуостров, Южная Карелия и Ленинградская область, южная часть Русской платформы, Северный Кавказ, северная часть Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского регионов, Алтай и Забайкалье, Приморский край.

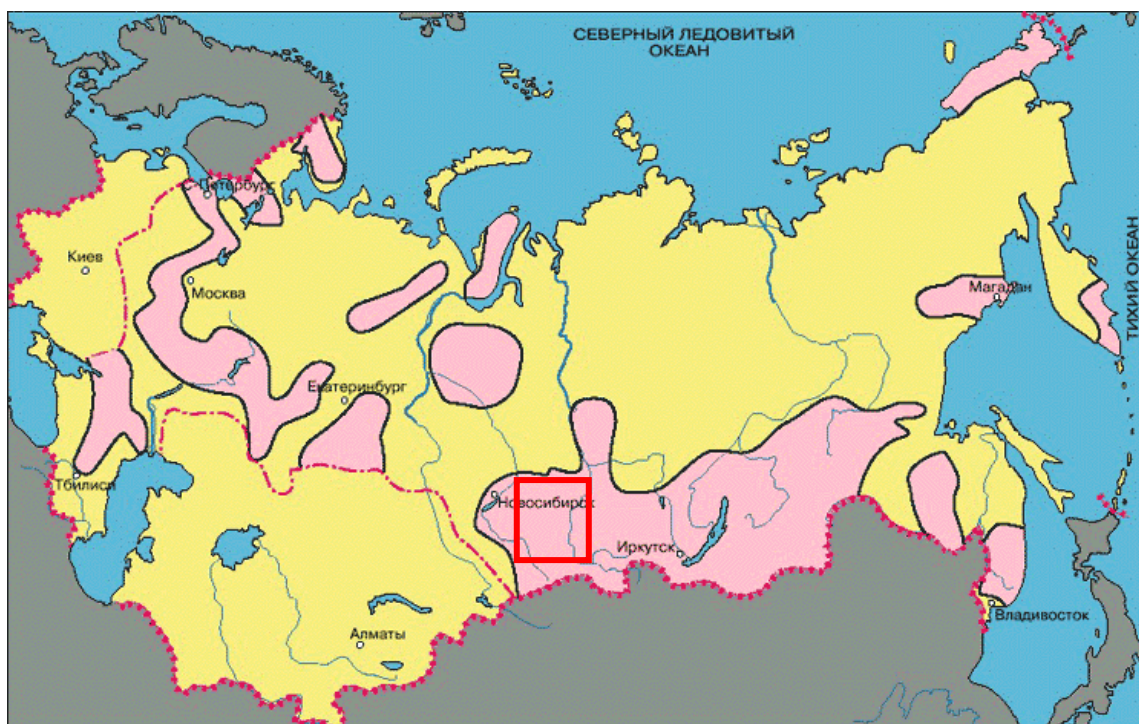


Рисунок – 2 Схема районирования территории России по степени радоноопасности [48]

(Розовым цветом обозначены районы потенциальной опасности по радону для населения)

– Территория исследования

Таким образом, для правильной оценки измеренных значений плотности потока радона необходимо учитывать структурные особенности строения грунтового массива (наличие геодинамических зон).

Основными источниками радона здесь являются широко развитые, специализированные на уран гранитные тела палеозойско-мезозойского возраста, юрско-меловые кислые эффузивы, осадочные породы континентальных впадин и др., а также многочисленные рудопроявления и месторождения урана, особенно близповерхностные в районе широко где широко применяется шахтный способ добычи.

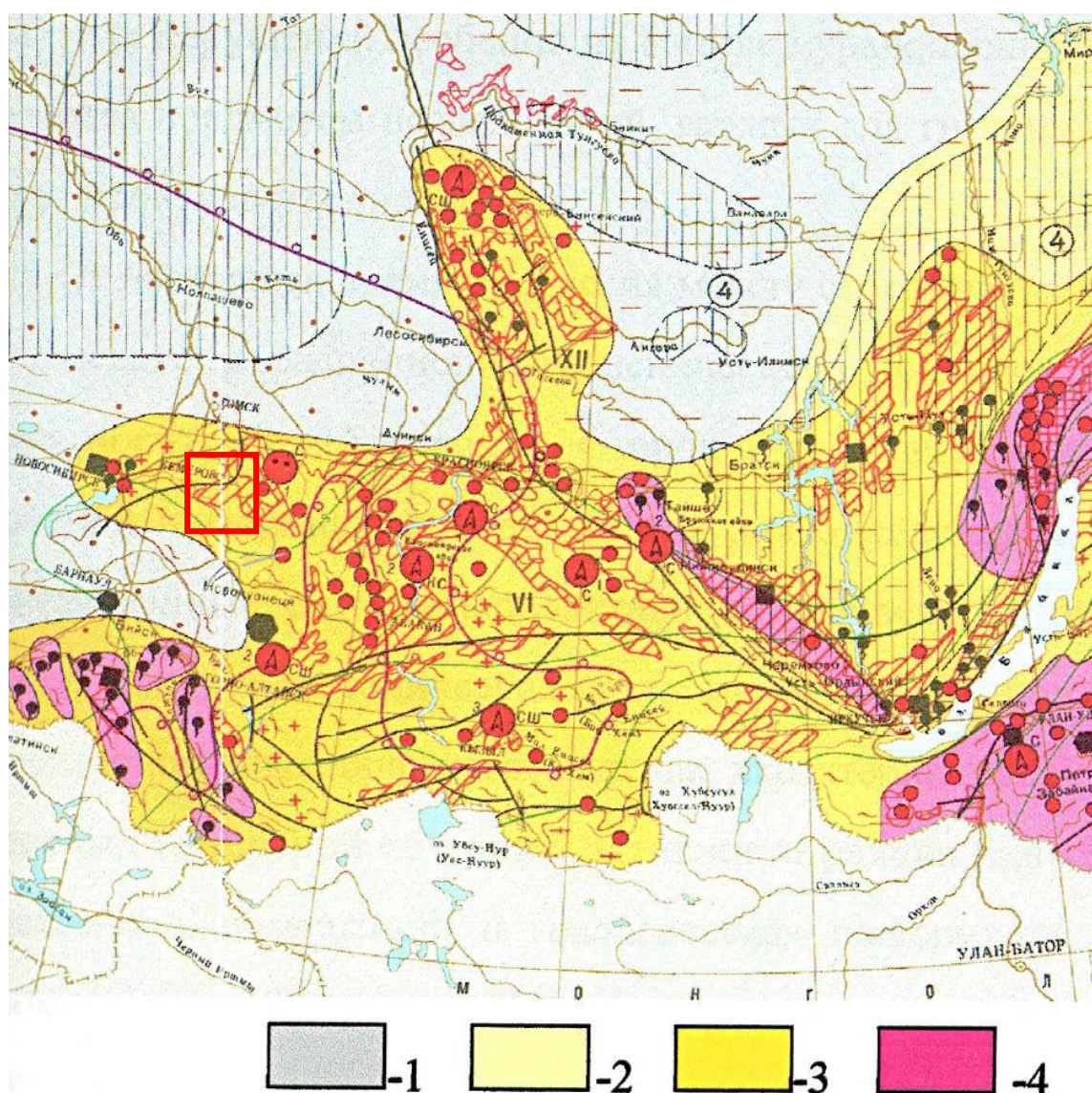


Рисунок – 3. Схема радоноопасности регионов России:

- 1 – безопасные; 2 – потенциально опасные; 3 – опасные;
4 – повышенного риска [40]

– Территория исследования

Проведенное районирование по степени радоноопасности отражает распределение прямых и косвенных факторов, которые позволяют судить о степени реальной и потенциальной радоноопасности.

Неравномерная изученность горных и равнинных областей, южных и северных зон, освоенных и малодоступных районов радиогеохимическими методами при прогнозных исследованиях и картировочно-поисковых работах заставляет рассматривать предложенное районирование как первое приближение, начальный вклад в решение проблемы радоноопасности (табл. 2).

Таблица 2 – Критерии радоноопасности территорий [37]

Масштаб исследований	Геолого-структурные	Радиогеохимические	Гидрогеологические	Сейсмические	Техногенные
1:2 500 000 – 1:1 000 000	Краевые части платформ, срединные массивы, антиклинории складчато-надвиговых областей, зоны тектоно-магматической активизации	Ураноносные и ториеносные геохимические провинции	Гидрогеологические провинции с широким развитием радонсодержащих вод (включая радий и радон-содержащие воды нефтяных месторождений)	Области сейсмической активности и современного вулканизма	Урановые провинции с промышленными разрабатываемыми месторождениями
1:500 000– 1:200 000	Наличие геологических формаций, специализированных на радиоактивные элементы. Урановорудные районы и структурно-металлогенетические зоны. Наличие дренажных структур и областей разгрузки радона.	Ураноносные и ториеносные геохимические провинции	Гидрогеологические провинции с широким развитием радонсодержащих вод	Области сейсмической активности и современного вулканизма	Урановые провинции с промышленными разрабатываемыми месторождениями
1:50 000– 1:25 000	Геологические тела, включающие высокорadioактивные породы и руды – продуценты радона. Участки концентрации радона, пути миграции и зоны его разгрузки.	Зоны привноса радиоактивных элементов (U, Th, Ra, Rn).	Структурные разгрузки радонсодержащих вод (в т. ч. Месторождений радиоактивных элементов)	Области сейсмической активности и современного вулканизма, неотектонические разрывы	Отвалы урановых и урансодержащих руд, хвостохранилища, районы и зоны техногенного нарушения геологического пространства
1:10 000 и крупнее	Высокорadioактивные горные породы и руды с высоким коэффициентом эманирования, дренажные структуры и очаги разгрузки	Поля концентраций урана и тория, наличие легкорастворимых форм нахождения урана и радия в горных породах и рудах, аномальные поля содержаний радона в почвах и грунтах	Источники радонсодержащих вод, включая шахтные воды месторождений радиоактивных элементов	Сейсмоактивные зоны и современные вулканотектонические нарушения	Отвалы урановых и урансодержащих руд, хвостохранилища, районы и зоны техногенного нарушения геологического пространства

В реальных условиях производства приходится иметь дело не с отдельными строительными материалами и ЕРН, а с различными их комбинациями с водой. Наряду с радоном в воде часто обнаруживается более полный набор ЕРН, включая уран и радий.

Возможны суммирующие и независимые эффекты биологического действия показателей радиационного и общехимического загрязнений, зон тектонических нарушений особенно на жителей ураноносных районов. Эти вопросы являются предметом исследований, важных для гигиенического регламентирования производственной среды.

В настоящее время дискуссия между сторонниками геологического и радиационно-гигиенического подходов к оценке радонового риска носит острый характер. Сторонники первого подхода утверждают, что основной информацией, необходимой для определения радоноопасности, являются данные об объемной активности почвенного радона, проницаемости почвы, наличии тектонических разломов, радоновых подземных вод и т.п. Для радиационно-гигиенического подхода характерна ориентация на проведение массовых измерений объемной активности радона и его ДПР в воздухе производственных помещений, и геологическая информация носит, как правило, вспомогательный характер. Но, несмотря на то, что последним критерием радоноопасности является повышенная концентрация радона в помещениях, границы радоноопасных зон в отдельных регионах должны быть установлены на основе геологических критериев. Поэтому одной из важнейших первоначальных задач решения радоновой проблемы является изучение геологической обстановки на предмет радонового риска [37].

1.5 Современное состояние проблемы радоноопасности на территории г. Кемерово

Одним из основных факторов, определяющих геоэкологическую ситуацию территории г. Кемерово, является состояние подземного пространства (лито- и гидросферы).

Именно, сложное геологическое строение территории Кемеровской области и г. Кемерово в частности, где проходят разрывные нарушения земной коры, имеются надкларковые содержания урана, обуславливают внимание к выделению радона из почвы, носящего очаговый характер, таким образом, радоноопасность с точки зрения радиоэкологической безопасности имеет значение для условий проживания населения территории Кузбасса [42].

В последние годы все большее влияние на природные сферы подземного пространства оказывает техногенное воздействие человека. Существенно изменился масштаб и характер техногенного воздействия на геологическую среду г. Кемерово. Площадь города и плотность застройки постоянно возрастает. В связи с этим под освоение могут попадать территории, на которых возможно превышение допустимых содержаний радона и которые так же могут быть приурочены к районам с развитыми опасными инженерно-геологическими процессами. Таким образом, совокупность этих факторов, приведет к трансформации геодинамической обстановки, которая часто приводит к повышению сейсмической активности, возникновению негативных и опасных проявлений экзогенных геологических процессов, таких как подтопление, загрязнение грунтовых и поверхностных вод.

2 ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ Г. КЕМЕРОВО

2.1 Методы определения содержания радона в почвенном воздухе

На сегодняшний день нет единого критерия и метода определения радоноопасности территории (прил. 3), так как до сих пор не выявлены физические величины, однозначно коррелирующие с количеством поступающего в здания радона. Кроме того, на территориях со сложной геологической структурой коренных пород, локальные пространственные вариации, используемые для определения радоноопасности территории физических величин, могут быть достаточно велики, что может привести к ошибочной классификации участков застройки по степени опасности радона

В Российской Федерации в соответствии с нормативными документами перед проведением строительных работ, в качестве критерия радоноопасности на земной поверхности проводятся измерения плотности потока радона с помощью накопительных камер.

Территория не имеет радоновых рисков, если среднее значение ППР не превышает $80 \text{ мБк/м}^2\text{с}$ [25]. С физической точки зрения использование плотности потока радона в качестве критерия является вполне обоснованным. Однако, такой способ имеет ряд существенных недостатков, затрудняющих проведение оценок. Во-первых, результаты измерения плотности потока радона характеризуются высокой вариабельностью [36]. Причинами изменчивости ППР являются стохастическая природа радиоактивного распада и влияние природных (геологическая среда, осадки, аэрация почвенных слоев и т.п.) и антропогенных (техногенное уплотнение, наличие насыпных грунтов и т.п.) факторов. Во-вторых, толщина активного слоя грунтов, в котором формируются потоки радона, составляет 1...6м, что соответствует глубинам залегания фундамента зданий. Влажность, плотность и пористость грунтов во многом определяют количество эманлирующего на

поверхность радона. Очевидно, эти характеристики приповерхностного слоя грунта и слоя в основании фундамента могут значительно различаться.

На выход радона из грунтов влияют факторы, не связанные с величиной объемной активности радона: атмосферные условия, газопроницаемость и влажность грунтов, наличие трещин и разломов, гидрогеологические условия местности.

Как указано выше, основным недостатком использования ППР в качестве критерия радоноопасности является сравнительно большая вариабельность результатов измерения, иногда достигающая 100% [36]. Можно отметить две основные составляющие вариабельности – пространственную и временную. Основной причиной пространственной изменчивости ППР является неоднородность свойств грунтов на исследуемой территории, в частности содержания радия, пористости, наличия микро- и макротрещин и т.п.

В соответствии с методикой измерения ППР с помощью измерительных комплексов «Альфарад плюс АРП» проводились, согласно Руководству по эксплуатации БВЕК 590000.001 РЭ [46] способом 1, с отбором проб в стандартные воздушные пробоотборники и дальнейшим измерением ППР в лабораторных условиях, на подготовленной площадке тщательно выравнивали поверхность. После установки накопительной камеры проводили отбор проб воздуха в пробоотборник в течение 20 минут с помощью пробоотборного устройства, затем пробоотборник подключали к измерительным приборам.

На процессы эманирования и переноса радона сильное влияние оказывает влажность грунтов [36]. Очевидно, что после выпадения осадков влажность грунтов увеличивается. Тем не менее, можно проследить следующую тенденцию – при выпадении небольшого количества осадков ППР резко уменьшается, а затем с увеличением количества выпавшей влаги наблюдается заметный рост. Можно предположить, что при небольшом количестве осадков происходит закупорка верхних пор грунта, что

препятствует выходу радона. При большом количестве осадков влага фильтруется на сравнительно большие глубины, выдавливая радон из пор.

Несмотря на большое количество исследований по проблеме радона, оценка радоноопасности территорий застройки до сих пор представляет нерешенную задачу. Прежде всего, не выработан единый подход в методологии проведения оценок, в частности, в выборе измеряемых величин. Отсутствуют также стандартизованные методы измерения некоторых величин. В Российской Федерации в соответствии с нормативными документами измеряют плотность потока радона, т.е. количество радона, выходящего с единицы площади поверхности грунта за секунду [25].

2.2 Особенности инженерно-геологических условий г. Кемерово

Кемеровская область и г. Кемерово в частности, расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в основном в пределах бассейна реки Томь, и занимает площадь 95,7 тыс. кв. км (4 % территории Западной Сибири и 0,6 % территории России).

Город Кемерово – административный центр Кемеровской области, находится на юго-востоке Западной Сибири в северной части Кузнецкой котловины, расположен на обоих берегах реки Томь в среднем её течении, при впадении в неё реки Искитим.

Части города, расположенные на разных берегах Томи, связаны между собой двумя автомобильными (Кузнецкий и Кузбасский мосты) и одним железнодорожным мостами.



Рисунок 4 – Схема районов г. Кемерово [62]

2.2.1 Геоморфологические условия

Кемеровская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в основном в пределах бассейна реки Томь, и занимает площадь 95,7 тыс. км².

Рельеф области отличается большим разнообразием: на западе протянулся Салаирский кряж, на востоке – Кузнецкий Алатау, между ними расположена Кузнецкая котловина, которая на севере сливается с Западно-Сибирской низменностью.

В центральной части Кузнецкой котловины поднимаются горные кряжи (Тарадановский и Салтымаковский увалы, Караканские горы), высота которых до 600–740 м, сложенные мезозойскими базальтами. Долины рек разработаны, в них хорошо выражены речные террасы, сложенные аллювиальными отложениями, обычно перекрытыми лёссовидными суглинками до 10–20 м мощностью.

На юге Салаирский кряж и Кузнецкий Алатау соединяются с Алтайскими горами. Этот район называется Горной Шорией. Территория области простирается с севера на юг на 510 км и с запада на восток на 300 км.

Средняя высота над уровнем моря колеблется от 200 м на севере, до 400—500 м на юге.

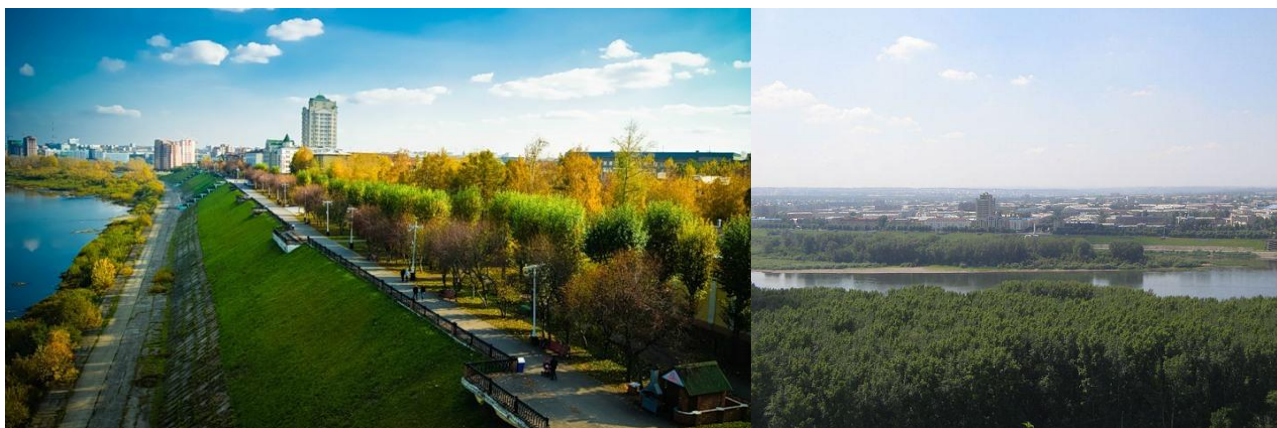


Рисунок 5-6 – Рельеф г. Кемерово

2.2.2 Гидрологические особенности

По территории области протекает 32 109 рек общей протяженностью 245 152 км. Наиболее крупные реки – Томь, Кия, Иня, Яя.

Площадь земель водного фонда составляет 27 тыс. га, или 0,3 % всего земельного фонда Кемеровской области.

Озер в области – 850 – суммарной площадью 101 км², в основном они расположены в горах и долинах рек.

Река Томь – правобережный приток, впадающий в р. Обь, пересекает Кузнецкую впадину с юго-востока на северо-запад, увеличивая свой расход с 650 м³/сек у г. Новокузнецка до 1 100 м³/сек у г. Кемерово. В верховье р. Томь порожиста, имеет узкую долину, крутые и высокие берега.

Ниже впадения рек Усы и Мрас-Су долина ее расширяется, местами ширина поймы составляет 2-3-6 км, течение становится более спокойным. В районе г. Кемерово ширина долины Томи достигает 16 км. Питание, смешанное с преобладанием снегового, которое для малых притоков степной и лесостепной доля снегового питания снижается до 50%, что связано с повышением роли дождевого стока и относительно большим притоком подземных вод.

Томь берет свое начало в Кузнецком Алатау и имеет общую длину 839 км. На территории Кузнецкого бассейна ее длина составляет 420 км. В пределах западных склонов Кузнецкого Алатау и Салтымаковского хребта Томь является типично горной рекой с узкой глубоко врезанной долиной; в северной части бассейна происходит выполаживание русла и образуется широкая разработанная долина. Площадь водосбора р. Томи у Кемерово составляет 29 800 км², максимальный многолетний расход – 8760 м³/с, средний – 928 м³/с, а минимальный – 61,6 м³/с. Наивысший уровень воды у г. Кемерово составил 1019 см [42].



Рисунок 7 – Набережная р. Томь в центре Кемерово [42]

Реки бассейна р. Чумыша (Кия, Яя, Золотой Китат) берут начало с северных отрогов Кузнецкого Алатау и расчленяют Причулычское плато. Долины их широкие, хорошо разработанные с умеренно крутыми склонами. Средние скорости течения этих рек составляет в межень 0,2-0,6 м/сек, в паводок 0,8-3 м/сек. Все они характеризуются высокой.

Река Черта – правый приток Верхнеобского бассейна, длина реки составляет 23 км. Водный режим р. Черта характеризуется высоким весенним половодьем, дождевыми паводками, кратковременной летней и четко выраженной зимней меженью.

Для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, рыбозабоев и рекреации наиболее крупными водохранилищами являются Беловское, Кара-Чумышское, Журавлевское и Дудетское [42].

2.2.3 Климатические особенности

В соответствии со СП 131.13330.2012 [27] район исследования входит в климатический район IV. Климат района работ – резко-континентальный,

с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Средняя многолетняя температура воздуха, по данным метеостанции составляет:

Таблица 3 – Средняя многолетняя температура воздуха (°C):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-17,9	-15,8	-8,1	1,8	10,6	16,4	19,0	15,8	9,5	1,9	-7,8	-15,2	0,8

Продолжительность: теплого периода- 198 дней, холодного периода – 167 дней.

Таблица 4 – Среднемесячное и годовое количество осадков, мм:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
22	16	16	24	47	53	82	63	54	40	32	27	476

В среднем за год осадков на территории изысканий выпадает 476 мм. В годовом ходе - максимум месячных осадков приходится на июль 82 мм, а минимум на февраль-март - 16 мм.

Мощность снежного покрова изменяется от 19 до 118 см. Средняя высота снежного покрова 52 см.

Согласно СП 20.13330.2011[23] – снеговой район IV, расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли Sg, 2,4 кПа (240 кгс/м²).

Нормативная глубина промерзания на оголенном от снега участке, определяемая по формуле (п.5.5.3 СП 22.13330.2011[24]), составляет для суглинков – 185 см.

Господствующим направлением ветра для района является южное и юго-западное. Скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5 %, равна 13 м/с.

Таблица 5 – Средняя многолетняя и годовая скорость ветра, м/с:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3,7	3,3	3,3	3,6	3,9	2,9	1,9	2,2	2,4	3,6	4,1	3,1	3,2

Среднегодовая скорость ветра – 3,2 м/с.

Максимальная скорость ветра – 40 м/с.

Согласно СП 20.13330.2011 [23] – ветровой район III, нормативное значение ветрового давления w₀ 0,38 кПа (38 кгс/м²).

Геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность

Изучение геологической среды Кузбасса, ее ресурсного потенциала, геодинамических и геофизических свойств охватывает более чем столетний период, и проводилось, в основном, геологическими и научными организациями. Результаты исследований обобщены в уникальных многотомных монографических изданиях «Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР» т.7, "Гидрогеология СССР" т. XVII [47], а также в многочисленных отчетах, статьях, монографиях и диссертациях различных авторов, картографические данные объединены в геологические, гидрогеологические карты Кузбасса.

2.2.4 Литолого-стратиграфические особенности

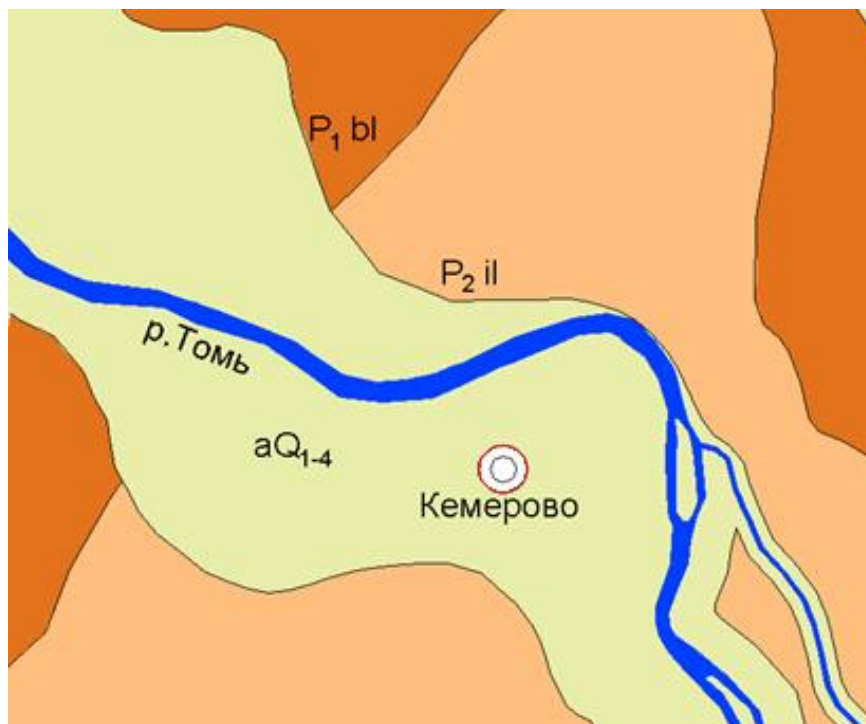
Стратиграфия дочетвертичных отложений

Геологическое строение территории г. Кемерово определяется расположением ее в северо-западной части Кузнецкого передового прогиба в зоне сочленения со структурами Томь-Колыванской складчатой области [39].

Самыми древними являются отложения *живетского яруса среднего отдела девонской системы* (D_{2zv}). Представлены конгломератами (гальки: кварц, силикаты, кремнистые породы, халцедон, известняки, реже эффузивы разного состава) с прослоями песчаников, алевролитов глинистых, известняков. Общая мощность отложений 500-1200 м [39].

Выше залегают отложения *франского яруса верхнего отдела девонской системы* (D_{3f}). Сложены эти отложения красноцветными алевролитами и аргиллитами известковистыми, песчаниками мелкозернистыми, в т.ч. кварцевыми, линзами гравелитов и конгломератов, маломощными горизонтами пестроцветных глинистых известняков. Мощность 300-600 м.

Далее залегают отложения *фаменского яруса* (D_3fm). Состав: известняки, битуминозные известняки серые и темно-серые массивные микрозернистые, редко обломочные песчанистые; пачки алевролитов темно-серых, мергелей, розово-серых известняков. Мощность 540-600 м.



Условные обозначения

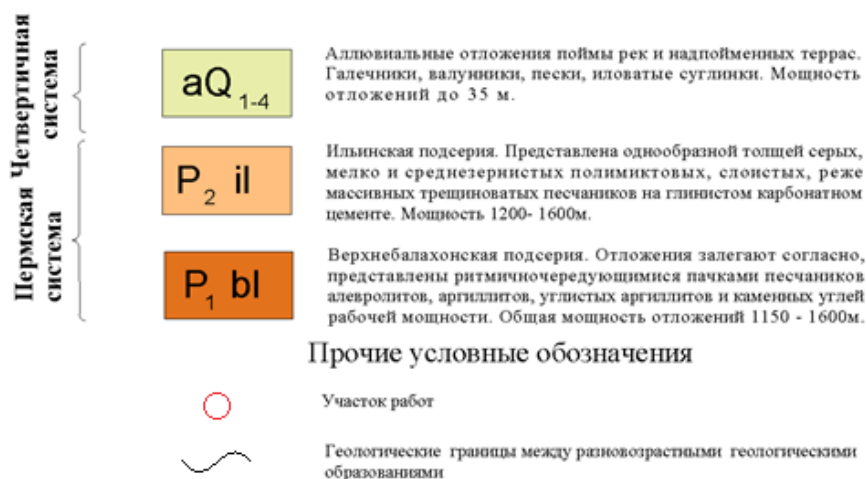


Рисунок 8 – Фрагмент геологической карты пермских и четвертичных отложений [51] (прил.1)

На отложениях девонской системы залегают отложения *турнейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы* ($C_1 t$), представленные серыми, темно-серыми известняками, окварцованными, кремнистыми

песчаниками, доломитами. Мощность их 400-500 м. Выше по разрезу вскрываются зеленые, голубовато-зеленые серые, зеленовато-серые разномзернистые кварц-полевошпатовые песчаники с пропластками кремнистых известняков и хлоритовых сланцев, серые и темно-серые крупнокристаллические и сильно опесчаненные известняки и редко известковистые алевролит *визейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы* ($C_1 v$). Мощность их 350-400 м.

Мощная угленосная толща Кузбасса начинается с отложений *острогской подсерии нижнего-среднего отделов каменноугольной системы* ($C_{1-2} os$), залегающих трансгрессивно, но без видимого углового несогласия на визейских отложениях. Сложена подсерия в низах разреза конгломератами, выше желтовато-зеленоватыми песчаниками, переслаивающимися с серыми алевролитами, аргиллитами, прослоями углистых аргиллитов и каменных углей. Венчается разрез толщей т.н. "строительных кварцевых песчаников" от грубозернистых и конгломератовидных в основании до мелкозернистых и алевролитистых в кровле. Общая мощность отложений 600-650 м.

На отложениях острогской подсерии согласно с постепенным входом залегают чередующиеся мелкозернистые песчаники на кремнисто-известковистом цементе, аргиллиты и алевролиты, углистые сланцы с пластами углей рабочей мощности, *нижнебалахонской подсерии среднего-верхнего отделов каменноугольной системы* ($C_{2-3} bl$) общей мощностью 1200-1300 м [44].

Пермскую систему в районе составляют отложения балахонской серии нижнего отдела, кузнецкой и ильинской подсерии среднего отдела [52].

Лагунно-континентальные отложения *балахонской серии* ($C_{2-3-P1} bl$) залегают на морских нижнекаменноугольных отложениях мозжухинской серии и узкой полосой протягиваются по периферии Кузнецкой котловины. В разрезе балахонской серии согласно стратиграфической схеме Кузбасса выделяются острогская свита ($C_{23} os$), нижнебалахонская ($C_{2-3} bl$) и

верхнебалахонская (P1bl) подсерии. Литологический состав пород, слагающих острогскую свиту (C2-3os), представлен конгломератами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Нижнебалахонская подсерия (C2-3bl) согласно залегает на породах острогской свиты и литологически представлена переслаивающейся толщей песчаников, алевролитов, аргиллитов, угольных пластов с включениями линз глинистых и алевролитовых известняков. По данным

Состав цемента глинисто-кремнистый, глинисто-слюдистый, глинисто-карбонатный. Среди минералов тяжелой фракции встречаются циркон, гранат, турмалин, рутил. Глинистые породы нижнебалахонской подсерии представлены аргиллитами преимущественно каолинит-гидрослюдистого, реже бейделлит-гидрослюдистого состава [38]. Наряду с обломочными сцементированными и глинистыми породами в разрезе нижнебалахонской свиты встречаются известняки с примесью глинистого вещества, обломков кварца и листочков слюд. Описанные отложения согласно перекрываются породами верхнебалахонской подсерии, самой угленасыщенной части балахонской серии.

Верхнебалахонская подсерия (P1bl) делится на четыре свиты: промежуточную, ишановскую, кемеровскую, усятскую. Максимальная мощность ее 850–1200 м. Литологически породы данной подсерии представлены конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, углями, аргиллитами и их углистыми разностями. Конгломераты верхнебалахонской подсерии по своему составу делятся на полимиктовые и олигомиктовые. Полимиктовые конгломераты сложены галькой изверженных (12–32 %), эффузивных (18–78 %) и метаморфических (12–22 %) пород. Иногда встречается галька осадочных пород.

Песчаники обычно серого цвета и отличаются высоким содержанием в обломочной части кварца, эффузивов, кремнистых пород и полевых шпатов.

Алевролиты в разрезе верхнебалахонской подсерии пользуются довольно широким распространением и представлены как крупными

разностями, близкими к мелкозернистым песчаникам, так и глинистыми разностями, близкими к аргиллитам. По сравнению с песчаниками в них увеличивается содержание кварцевого и кремнистого материала, а также слюд и акцессорных минералов. Цемент алевролитов преимущественно глинистый, иногда глинисто-карбонатный, тип цемента пленочный или выполнения пор. По текстурным признакам отчетливо выделяются тонкогоризонтальнослоистые и массивные углистые алевролиты. Широким распространением в верхнебалахонской подсерии пользуются аргиллиты и их углистые разности. Для них характерно высокое содержание тонкодисперсных глинистых минералов преимущественно гидрослюдистого и каолинит-гидрослюдистого состава. Карбонатные породы в разрезе верхнебалахонской подсерии имеют подчиненное значение. Общая мощность отложений 1150 – 1600 м.

Континентальные отложения *кольчугинской серии* (P2) отличаются от вышеописанных как по условиям образования, так и по литологическому составу горных пород и делятся на три подсерии: кузнецкую безугольную (P2 kz), ильинскую (P2 il) и ерунаковскую (P2 er) угленосные.

Ильинская подсерия (P2 il), по литологическому составу является наиболее разнообразной, отчетливо делится на две пачки: красноярские песчаники и переслаивающуюся толщу песчаников, алевролитов, углистых аргиллитов и углей. Для красноярских песчаников характерны темные и темно-серые тона окраски, монолитная или слоистая текстура. Песчаники относятся к липтолимиктовому и плейстомиктовому типам и содержат в своем составе 76–85 % обломков горных пород, 10–25 % кварца, 3–8 % полевых шпатов. Тяжелая фракция представлена рудными минералами (до 10 %), гранатом, апатитом, турмалином (около 5 %). Самой угленасыщенной частью кольчугинской серии является ерунаковская подсерия, которая в свою очередь делится на три свиты: ленинскую, грамотеинскую, тайлуганскую. Мощность их 1200- 1600м [47].

В мел-палеогеновый период (К-Р) проходило интенсивное выветривание каменноугольных-пермских отложений с образованием коры выветривания мощностью до 100-110м. Слабая сохранность коры, объясняется тем, что Кузнецкий бассейн, представлял собой в это время приподнятую равнину с развитой речной сетью. Такая обстановка способствовала размыву образовавшейся коры выветривания. Поэтому мощность элювиальных отложений коры (структурный элювий) незначительна и достигает максимум до 10-15м. На отдельных участках данные отложения вообще отсутствуют. Представлены они, в основном, суглинками, супесью с дресвяным и щебенистым грунтом [52].

Геология четвертичных образований

Геология четвертичных образований рассматривается отдельно ввиду важности их геологического строения для решения задач данного проекта.

Четвертичные отложения практически повсеместно залегают на очень неровном рельефе размытой поверхности, выше охарактеризованных отложений морской терригенно-карбонатной лагунно-континентальной, терригенно-угленосной формаций.

Самыми древними являются *нижнее – среднечетвертичные аллювиальные отложения 5 надпойменной террасы (а₅ I-II)*, выделяющиеся на правобережье р. Томи в 0,4-0,5 км ниже коммунального моста в г. Кемерово и между п. Боровым и с. Верхне-Томским. В рельефе 5 терраса выражена слабо, границы ее нечеткие.

Представлены отложения бурыми, серовато-желтыми, серыми, синевато- и зеленовато-серыми суглинками, глинами, песками гравийно-галечниковыми отложениями. Состав галечника разнообразный: кварц, изверженные, осадочные и метаморфические породы. Размер галек до 10 см, окатанность средняя и хорошая. Мощность галечников 1-5 м, мощность аллювия 10-15м, совместно с покровными 20-30м.

Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения (Ia I-II) кедровской свиты выделяются как отложения древних логов и мелких речных долин. Они откартированы вдоль пологих правобережных склонов р.р. Крутой, Чесноковки, Люсуса, Осиновки и др, левобережных склонов р. Камышной, Б. Камышной. Представлены они серыми, темносерыми, синевато-серыми, бурыми часто иловатыми суглинками, супесями, песками, в основании перед песчано-галечниковыми отложениями общей мощностью до 40 м. Залегают они обычно с глубоким врезом на палеозойских породах как правило, к этим отложениям приурочены современные долины рек и логов, что свидетельствует об унаследованном характере развития последних.

Среднечетвертичные аллювиальные отложения (a₄II) 4ой надпойменной террасы прослеживаются в виде непрерывной полосы шириной до 3-4 км на левобережье и правобережье (в районе с.Верхне Томского) р.Томи. В строении террасы принимают участие суглинки, погребенные почвы в виде плотных суглинков, глин, илы, линзы песков общей мощностью до 45.

Верхнечетвертичные отложения 3 надпойменной террасы (Q₃ III) выделяются на левобережье р. Томи в районе п. Металлплощадки, Центральном районе г. Кемерово. В основании террасы залегают галечники, разнозернистые, гравелистые пески мощностью до 9-10 м, выше суглинки и глины мощностью до 30м.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения 2 надпойменной террасы (a₂III) широко развиты как на левобережье, так и на правобережье р.Томи. Отложения террасы представлены галечниками, желтовато-серыми, серыми и бурыми суглинками, синевато-серыми иловатыми суглинками полимиктовыми песками, супесями.

Покровные нерасчлененные элювиальные и делювиальные верхнечетвертичные – современные отложения (edIII-IV) развиты практически повсеместно перекрывая сплошным чехлом водоразделы, их

склоны и террасы, отсутствуя лишь на 1 надпойменной и пойменной террасах, рек. Представлены они бурыми, палево-желтыми лессовидными, карбонатизированными суглинками, нередко с погребенными почвами, в основании с щебенкой подстилающих пород. Эти отложения перекрывают темно-бурые суглинки, супеси, глины, реже дресвяно-щебенистые грунты распространенные преимущественно на склоновых участках водоразделов. Мощность их от 0,5 до 15,0м.

Аллювиальные верхнечетвертичные – современные отложения 1-ой надпойменной террасы (a_1 III-IV) выделяются на левобережье р. Томи в районе с. Мозжуха-Кемерово, с-з Суховский, Металлплощадка. Мощность аллювия 10-28 м. Пойменная фация представлена иловатыми бурыми, серыми суглинками, иловатыми, супесями, с прослоями песков, русловая гравийно-галечниковыми грунтами, нередко с включениями валунов, с прослоями песков.

Покровные верхнечетвертичные – современные отложения (Q_{III-IV}) развиты на большей части г. Кемерово, плащеобразно перекрывая все более древние, образования второй, третьей, четвертой и пятой надпойменных террас р. Томи. Представлены они лессовидными светло-бурыми суглинками, реже супесями. Характеризуются столбчатой отдельностью, высокой пористостью, часто просадочные. Мощность их от 0,5 до 15м.

Современные аллювиальные отложения пойменных террас (aIV) имеют повсеместное распространение в долинах всех рек. Залегают они преимущественно на отложениях палеозоя, реже подстилаются уцелевшими от размыва верхнечетвертичными озерно-аллювиальными и аллювиальными отложениями.

Разрез пойменной террасы р. Томи, сложен фациально невыдержанными по площади и глубине иловатыми суглинками, супесями песками, илами, торфами, в основании галечниковыми, валунно-галечниковыми, гравийно-галечниковыми, рыхлыми грунтами. Мощность пойменной фации 7-10, русловой до 5-6 м.

Террасовые отложения мелких рек представлены, в основном, пойменной фацией - иловатыми суглинками, супесями заторфованными; в основании дресвяно-щебенистыми, реже галечниковыми грунтами с суглинисто-супесчаным заполнителем. Общая мощность отложений 3-10м [39].

Тектоника

Современное структурно-тектоническое положение Кузнецкого бассейна является результатом его длительного развития, сопровождающегося проявлением нескольких фаз тектогенеза. На территории бассейна в основном произошло складкообразование с последующим усложнением его в новокеммирийскую фазу. Это обусловило формирование двух структурных ярусов: нижнего, включающего интенсивно дислоцированные породы верхнего палеозоя, и верхнего, представленного породами мезозоя, претерпевшими меньшие изменения в процессе тектогенеза.

На структурный план и тектонику бассейна существенное влияние оказали тангенциальные движения со стороны Салаира и Колывань-Томской складчатой области. Характер и интенсивность этих движений в различных частях бассейна проявились по-разному. На границе с Салаиром и Колывань-Томской складчатой областью шло формирование дугообразных линейных складчатых структур, значительно осложненных дизъюнктивной тектоникой [44].

По мере удаления от Салаира и Колывань-Томской складчатой области и приближения к центру бассейна тектоника упрощается, напряженная зона линейной складчатости сменяется брахисинклиналями, а затем в юго-восточной и восточной частях на границе с Горной Шорией и Кузнецким Алатау – моноклиальным спокойным залеганием пород [44].

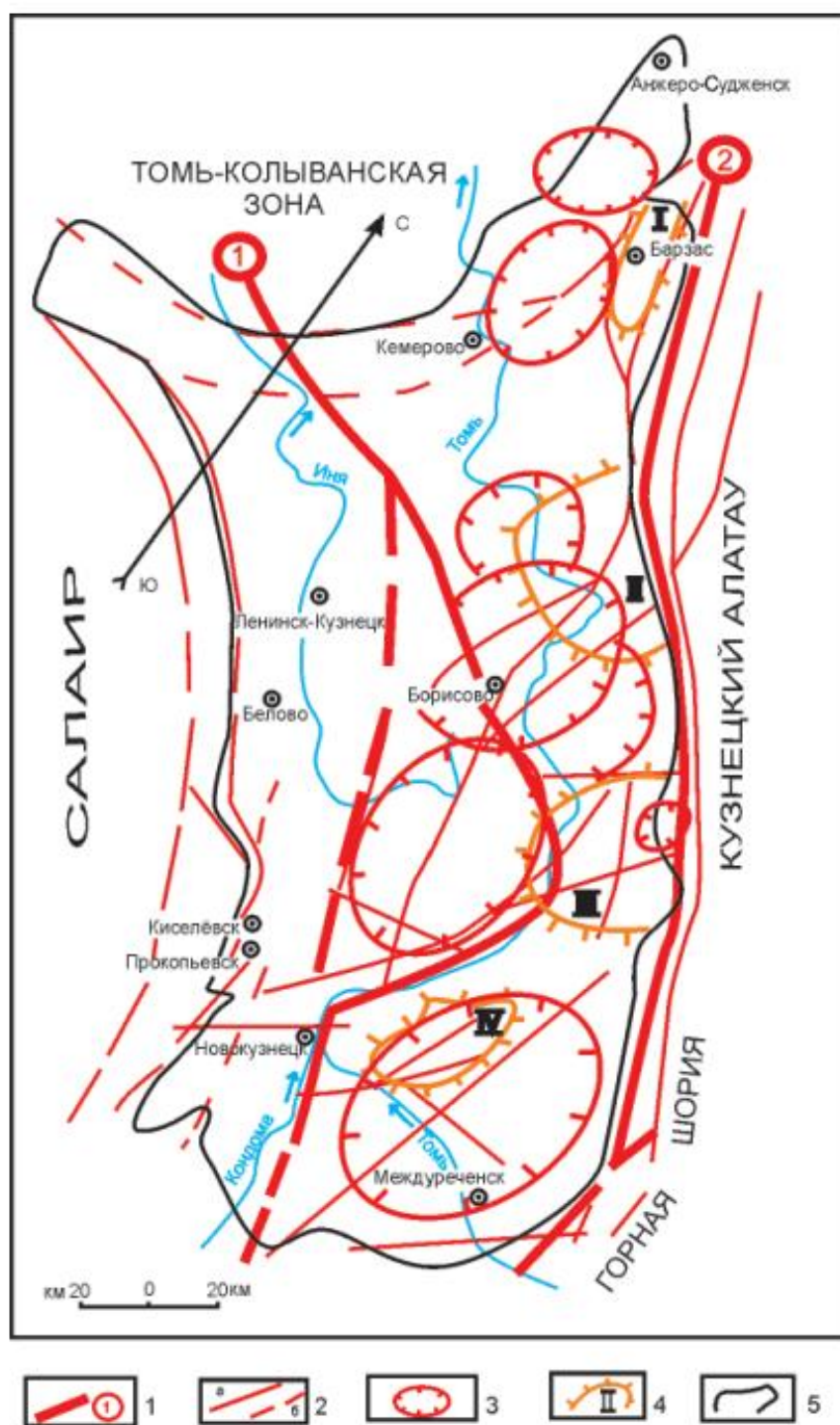


Рисунок 9 – Тектоническая схема Кузнецкого прогиба [54]

- 1 – граничные глубинные разломы Кузнецко-Алатауского рифта и их номера
(1 – Виноградовский, 2 – Кузнецко-Алатауский);
- 2 – прочие глубинные разломы: а – установленные, б – предполагаемые;
- 3 – кольцевые структуры;
- 4 – купольные части поднятий и их номера
(I – Барзасское, II – Крапивинское, III – Терсинское, IV – Абашевское);
- 5 – граница Кузнецкого прогиба

Неотектоника

Формирование основных структур района завершилось в герцинскую фазу тектогенеза. Начиная с конца мезозоя и по настоящее время север Кузнецкой котловины и Колывань-Томская возвышенность представляли слабоприподнятую денудационную равнину с отдельными мелкосопочными возвышенностями, испытывая слабое стабильное тектоническое вздымание. Наиболее активное проявление тектонических движений происходило в миоцен-нижнечетвертичное время, когда север Кузнецкой котловины представлял наиболее расчлененную часть Кузнецко-Салаирского, Томь-Колыванского пенеплена. К этому времени относится формирование современной речной сети. Со среднечетвертичного времени в связи с общим похолоданием начинается новая стадия экзогенного преобразования рельефа.

В условиях затухания тектонических движений формируются в основном эрозионно-аккумулятивные, реже эоловые формы рельефа. В конце среднечетвертичного времени начинается эпоха потепления, интенсивное врезание, частично уничтожившее сформированные верхние террасовые комплексы. В верхнечетвертичное – современное время продолжается ослабление тектонических движений и формирование эрозионно-аккумулятивных форм рельефа.

Современные тектонические движения в районе проявляются в сейсмичности активностью до 6 баллов [27] и являются отражением более активных движений на юге Кузбасса (г. Новокузнецк), где последние 100 лет зафиксировано 3 землетрясения с балльностью 6-7. Последнее землетрясение было в 1966 году.

2.2.5 Полезные ископаемые

Уголь является главным полезным ископаемым района. На территории Кузбасса расположен Кузнецкий каменноугольный бассейн. Кондиционные

запасы каменного угля в Кузбассе составляют 693 млрд.т., из них 207 млрд.т. – коксующихся углей.

В районе имеется месторождение каменного угля – Барзасское месторождение сапропелитовых углей-барзаситов (барзасская рогожка). Из сапропелитовых углей возможно получать нефтепродукты, например, битум. Проведено детальное изучение месторождения, разведанные запасы составляют 30 млн. т, угли залегают от 50 до 200 м, главный пласт Основной имеет запасы до 20 млн. т. Сапропелитовые угли Барзасского месторождения самые ценные в России по углеводородному составу. Также в районе имеются запасы строительных материалов (глин, известняков, мергелей, песчаников, песчано-гравийного материала) и подземных вод (минеральных, питьевых и технических), проявлениями и пунктами минерализации меди, свинца, цинка, ртути, золота гидротермального генезиса и аллювиальными россыпями золота. Промышленное значение имеют месторождения строительных материалов и подземных вод. Первые широко используются для строительства, вторые – для бальнеологических целей, питьевого и технического водоснабжения [52].

2.2.6 Гидрогеологические особенности

По условиям залегания, формирования подземных вод, стратиграфической принадлежности в исследованном районе выделяется слабопроницаемые локальные слабоводоносные горизонты в покровных делювиально-аллювиальных, делювиально-элювиальных отложениях и водоносные зоны трещиноватости в органогенных, терригенных, угленосных, сцементированных отложениях пермокарбона, в региональном плане представляющие единую обводненную систему [41].

По фациально-геохимическим и гидрогеологическим особенностям в целом на территории Кузбасса выделяют шесть водоносных комплексов: 1) морских отложений; 2) лагунно-континентальных отложений балахонской серии (C1os-P1bl); 3) континентальных отложений кольчугинской серии (P2);

4) мезозойских отложений; 5) магматических пород; 6) пород кайнозоя (Pg, Ng, Q).

Водоносный комплекс лагунно-континентальных отложений балахонской серии (C1os-P1bl) пользуется довольно широким распространением в Кузбассе и характеризуется слабой водообильностью пород. Дебиты скважин, не превышают 7,0 л/с, средние – 0,2–0,4 л/с. Притоки воды в шахты составляют 300–400 м³/ч, в карьеры – 30–50 м³/ч [52].

Водоносный комплекс континентальных отложений кольчугинской серии, особенно песчаников, характеризуется более высокой обводненностью пород по сравнению с вышеописанным. Наблюдается и уменьшение обводненности пород с глубиной, причем максимальная водообильность отмечается в верхних горизонтах до глубины 50–100 м, т. е. в зоне выветривания пород. Средние удельные дебиты скважин на водоразделах составляют: для глинистых пород – 0,01–0,1 л/с, песчаников – 0,2–0,4 л/с, в долинах рек достигают 1,0–3,0 л/с. На глубине свыше 150 м удельные дебиты не превышают 0,1 л/с, в то время как максимальные их значения (до 5–6 л/с) отмечаются по скважинам в зоне выветривания. Повышенная водообильность также связана с зонами тектонических нарушений.

Отложения четвертого водоносного комплекса представлены песчано-глинистой толщей триаса, юры и мела. Наибольшее распространение среди них получили породы юрского возраста, выполняющие ряд крупных депрессий (Доронинскую, Чусовитино-Бунгарапскую, Подобасско-Тутуяскую), представляющих, артезианские бассейны второго порядка [52]. Наибольшей водообильностью среди пород комплекса отличаются конгломераты и песчаники. Удельный дебит скважин нередко превышает 2,0–2,5 л/с, а при самоизливе достигает 45 л/с, эксплуатационные дебиты воды из скважин – 250–300 л/с.

Шестой водоносный комплекс (Pg, Ng, Q) характеризуется крайне разнообразной водообильностью пород. При этом максимальной водообильностью обладают аллювиальные песчано-галечниковые отложения долин рек Томи, Кондомы, Ини и др. Так, по скважинам, пройденным в долине р. Томи, удельные дебиты превышают 8–15 л/с, в то же время расходы источников на водоразделах и их склонах оказались значительно ниже. На обводненность пород Кузбасса наряду с геологическим строением и составом пород существенное влияние оказывают физико-географические условия. Так, на участках развития балахонской серии в Присалаирской, степной, слабоувлажненной зоне Кузбасса породы характеризуются низкой обводненностью. Эти же породы в Пригорношорской, таежной, сильноувлажненной зоне имеют очень высокую обводненность, а максимальные притоки в шахты составляют 1000 м³/ч.

Удельные дебиты по скважинам, пробуренным на I и II террасах р. Томи, составляют 1–3,0 л/с, а эксплуатационные дебиты водозаборных сооружений превышают 30–50 м³/ч. Подземные воды, в пределах гидрогеологических структур второго структурного этажа, особенно Чусовитино-Бунгаранской депрессии, так наибольшей обводненностью здесь характеризуются конгломераты и песчаники тарбаганской серии (I1-3). Удельные дебиты составляют 2,0–4,0 л/с, а при самоизливе – до 15–20 л/с, эксплуатационные дебиты – свыше 250–300 м³/ч. Обводненность пород нижнего структурного этажа в пределах бассейна в Присалаирской полосе, расположенной в степной зоне, характеризуется низкой водообильностью [52].

Для Центральной зоны пологих складов и куполовидных поднятий характерна более высокая обводненность пород в северо-восточной части, где дебиты отдельных скважин достигают 6,0 л/с. Такой же высокой водообильностью характеризуются породы в зоне моноклиналов Пригорношорской и Прикузнецко-Алатаусской полосы Кузбасса, где удельные дебиты скважин составляют 5,0–6,0 л/с.

По фоновому химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциево-натриевые, гидрокарбонатно-натриево-кальциевые с минерализацией 0,1-0,8 г/дм³, жесткость 3-8 мг/зкв/л [41].

Подземные воды широко используются для технического и хозяйственного водоснабжения промышленных объектов и населения Кировского, Заводского и Рудничного районов г. Кемерово. Дебиты одиночных и групповых водозаборов составляют 25-9160 м³/сут. Большая их часть работает не на полную мощность.

Источниками формирования эксплуатационных запасов подземных вод являются естественные ресурсы и привлекаемые путем перетекания из вышележащих горизонтов, комплексов, запасы.

В целом, и эксплуатация подземных вод и шахтный водоотлив не приводит к существенному снижению уровней подземных вод и региональному развитию воронки депрессии. В перспективе подземные воды возможно использовать только для технических целей [41].

2.2.7 Инженерно-геологические процессы и явления

На исследуемой территории наблюдаются такие инженерно-геологические процессы и явления, как *речная эрозия*, развитая на незадернованных склонах речных долин. Наиболее подвержена этому р. Осиновка, а так же незадернованный правый берег р. Томь. Здесь же наблюдается *выветривание горных пород* и *осыпи*, особенно прогрессирующие в районе Правой гавани и пионерлагерей вблизи д. Журавли (в 5 км южнее Рудничного района).

Наиболее негативное влияние на инженерно-геологическую обстановку оказывают техногенные процессы, связанные с *подтоплением*. Повышение уровня подземных вод приводит к уменьшению зоны аэрации, увеличению влажности подвальных помещений и первых этажей зданий, подтоплению фундаментов и подвалов.

Много деформаций зданий и сооружений на естественном основании особенно в первый год строительства возникает в результате *морозной пучинистости* грунтов из-за их промораживания в котлованах под фундаментами. Грунты подвергаются пучинистости при глубине залегания уровня грунтовых вод до 2-3 м от поверхности земли или поверхности дна котлована. Если учитывать процесс подтопления, то практически все грунты являются пучинистыми. Проектные организации учитывают этот фактор, но деформации все-таки происходят, как правило, из-за ошибок в строительной технологии производства работ.

Величина абсолютной величины морозного пучения зависит от очень многих факторов (суровости зимы, продолжительности промораживания, литологии грунта, глубины уровня воды, высоты снежного покрова и прочее) [53].

2.3 Обследование на радон зданий и сооружений города Кемерово

Измерение плотности потока радона производится в процессе радиационно-гигиенического обследования, где оцениваются радоновая опасность и гамма-фон территории застройки. Измеряют плотность потока радона в почвенном воздухе и гамма – фон (прил. 4).

Согласно «Руководство по эксплуатации» [46], измерение ОА радона-222 основано на электростатическом осаждении заряженных ионов ^{218}Po (RaA) из отобранной пробы воздуха на поверхность ППД. ОА ^{222}Rn определяется по количеству зарегистрированных альфа-частиц при распаде атомов RaA , осевших на ППД.

Измерительная камера блока измерения ОА выполнена из пластика и представляет собой пустотелый цилиндр с расположенным внутри высоковольтным электродом и герметично закрытыми фланцами с двух сторон. На входном фланце установлен фильтродержатель с аэрозольным

фильтром, а на внешней поверхности размещен входной штуцер. В центре выходного фланца установлен ППД с ПУ, сигнал с которого поступает на БУ. Все электронные блоки аналогичны тем, которые использованы в блоке измерения ЭРОА. На выходном фланце установлена климатическая камера, которая содержит датчик температуры и влажности и соединена с объемом измерительной камеры.

Отбор пробы воздуха в измерительную камеру осуществляется с помощью микровоздуходувки. Проба воздуха через защитный аэрозольный фильтр поступает в измерительную камеру, проходит через климатическую камеру и поступает в микровоздуходувку. Защитный аэрозольный фильтр используется для очистки контролируемого воздуха от дисперсной фазы аэрозолей и, в том числе, от ДПР радона и торона, находящихся в воздухе [46].



Рисунок 10-11 – Измерение ППР в подвале строящегося дома с помощью комплекса «Альфарад плюс АРП»



Рисунок 12 – Измерение ППР

3 РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г. КЕМЕРОВО ПО СТЕПЕНИ РАДОНООПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

3.1 ГИС-технологии при изучении распределения радона в городе Кемерово

Исходными данными для построения геоинформационной системы был взят материал атрибутивного и графического характера (прил. 5), который необходимо систематизировать и объединить таким образом, чтобы была возможность единого хранения, анализа и обработки информации для решения следующих задач:

- Визуального отображения атрибутивных данных, представляющих собой результаты радиационно-гигиенического обследования территории с величиной плотности потока радона с почвы;
- Пространственного анализа экспериментальных данных для построения карт и цифровых моделей, привязка системы координат и атрибутивного материала;
- Статистический анализ данных и визуальное отображение полученных результатов.

Принцип работы подобной интегрированной геоинформационной системы отображен на рисунке 13, для этого была составлена ее концептуальная модель, включающая в себя все этапы для создания карты радоноопасности территории г. Кемерово.

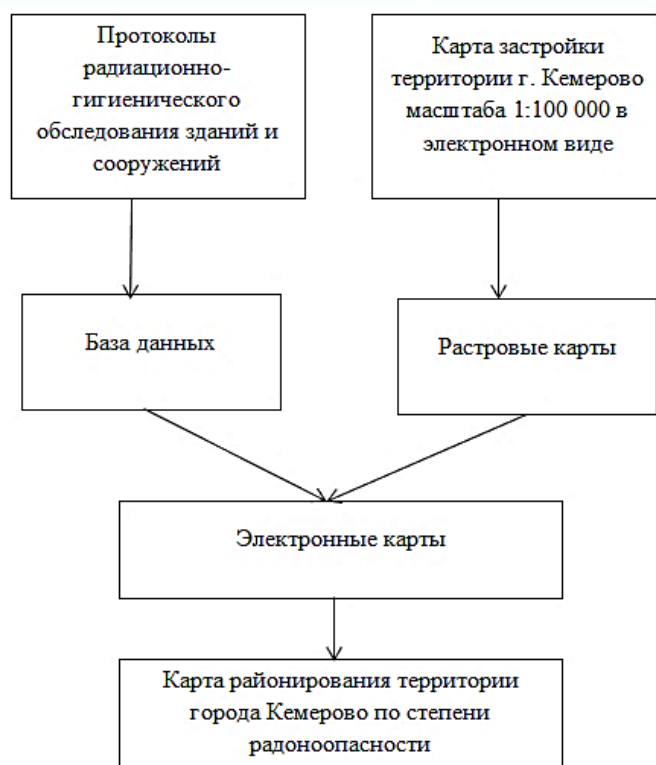


Рисунок 13 – Концептуальная модель геоинформационной системы

Протоколы радиационно-гигиенического обследования территории, с характерной величиной плотности потока радона с поверхности земли, представляют собой ниже представленную таблицу.

Таблица 6 – Результаты измерений ППР с поверхности почвы [34]

№ п/п	Дата измерения	Точка измерения плотности потока радона	ППР с поверхности земли, J , мБк/м ² ·с	Погрешность измерения $(\Delta J)_2$, мБк/м ² ·с	$J + \Delta J$, мБк/м ² ·с	X	Y	H
1.	4.07.2016	Rn-1	34	3	37	13897,40	23179,36	132,16
2.	4.07.2016	Rn-2	52	5	57	13906,66	23196,78	131,79
3.	4.07.2016	Rn-3	37	3	40	13883,73	23208,35	131,33
4.	4.07.2016	Rn-4	44	4	48	13870,29	23193,74	131,81
5.	4.07.2016	Rn-5	52	5	57	13882,35	23227,59	131,18
6.	4.07.2016	Rn-6	31	3	34	13857,95	23229,19	131,82
7.	4.07.2016	Rn-7	44	4	48	13891,60	23243,73	130,89
8.	4.07.2016	Rn-8	59	6	65	13873,18	23253,09	131,14
9.	4.07.2016	Rn-9	43	4	47	13901,98	23264,69	130,99
10.	4.07.2016	Rn-10	38	3	41	13884,11	23274,57	131,07

С учетом данных в протоколах радиационно-гигиенического обследования [34] составляем базу данных «Точки», по пунктам опробования плотности потока радона в программном комплексе Microsoft Excel 2007, с учетом их местонахождения на карте.

The screenshot shows a Microsoft Excel 2007 spreadsheet titled 'точки.xlsx'. The data is organized in columns A through S. Columns A-D contain headers for point identification and measurement error. Columns E-G contain coordinates (X, Y, H). Column H contains a label 'На карте'. Two satellite map images are embedded: one for 'пункт Сосновский парк, 10' and another for 'улица Марковского, 5'.

	Точка измерения плотности потока радона	ППР с погрешностью, I, мБк/м ² с	Погрешность измерения (ΔI), мБк/м ² с	ΔI, мБк/м ² с	X	Y	H	
1								
2	Rn-1	59	18	77	5772,77	6703,03	254,71	
3	Rn-2	28	8	36	5804,77	6700,56	254,71	
4	Rn-3	32	10	42	5833,43	6698,13	254,79	
5	Rn-4	25	8	33	5821,6	6721	259,06	
6	Rn-5	13	4	17	5774,54	6719,09	255,43	
7	Rn-6	48	14	62	5772,77	6703,03	254,71	
8	Rn-7	14	4	18	5784,46	67027,72	255,1	
9	Rn-8	11	3	14	5779,34	6720,14	255,62	
10	Rn-9	33	10	43	5804,12	6721,12	258,64	
11	Rn-10	20	6	26	5817,35	6704,37	254,74	
12	Rn-11	45	4	49	11074,17	18484,53	155,12	
13	Rn-12	52	5	57	11079,02	18473,39	154,77	
14	Rn-13	61	5	66	11059,02	18476,49	154,99	
15	Rn-14	68	6	74	11065,8	18465,43	154,89	
16	Rn-15	39	4	43	11060,3	18462	155,14	
17	Rn-16	37	4	41	11052,3	18475,9	155,27	
18	Rn-17	44	4	48	11041,93	18452,14	155,35	
19	Rn-18	58	5	63	11034,2	18465,79	155,6	
20	Rn-19	63	6	69	11031,62	18443,3	155,21	
21	Rn-20	54	4	58	11031,19	18464,79	155,59	
22	Rn-21	14	3	17	13851,75	23593,69	132,32	

Рисунок 14 – База данных в Microsoft Excel 2007

На каждом листе создаем отдельную таблицу, с учетом градации величины ППР:

- Значения ППР Rn меньше 30 мБк/м² с;
- Значения ППР Rn от 31 до 60 мБк/м² с;
- Значения ППР Rn больше 61 мБк/м² с).

Далее, необходимо выбрать исходную карту, на которой будет проведено районирование по степени радоноопасности с учетом базы данных, так в качестве «подложки» была выбрана карта застройки территории г. Кемерово, представляющая собой подробную карту города в масштабе 1: 100 000 (рис. 15) [62].

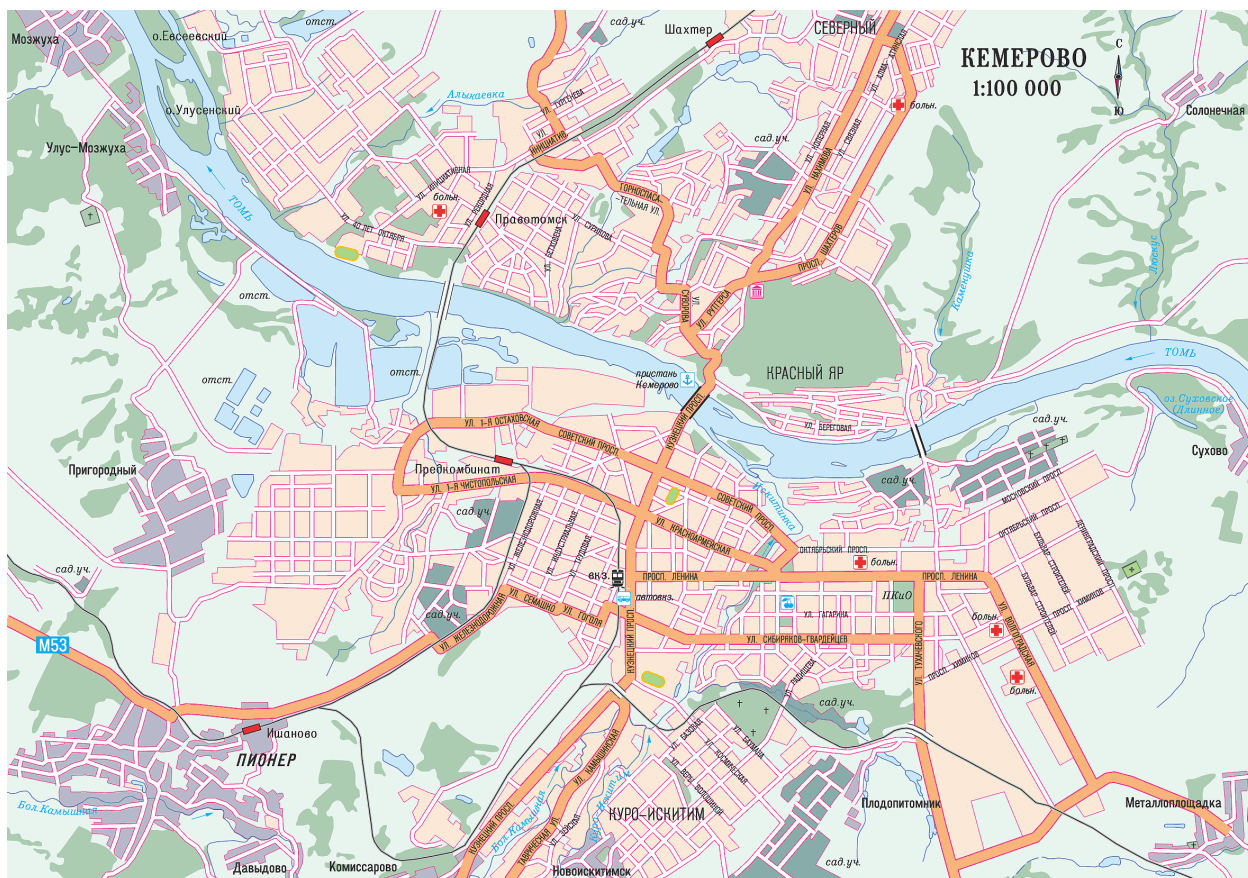


Рисунок 15 – Исходная карта. Карта застройки г. Кемерово [62]

Для реализации созданной геоинформационной системы, был использован ГИС-инструмент «ArcMap» версия 10.2.2 [61].

Следующим этапом является добавление исходной карты в интерфейс программы, с помощью меню «Добавить данные» (рис.16).

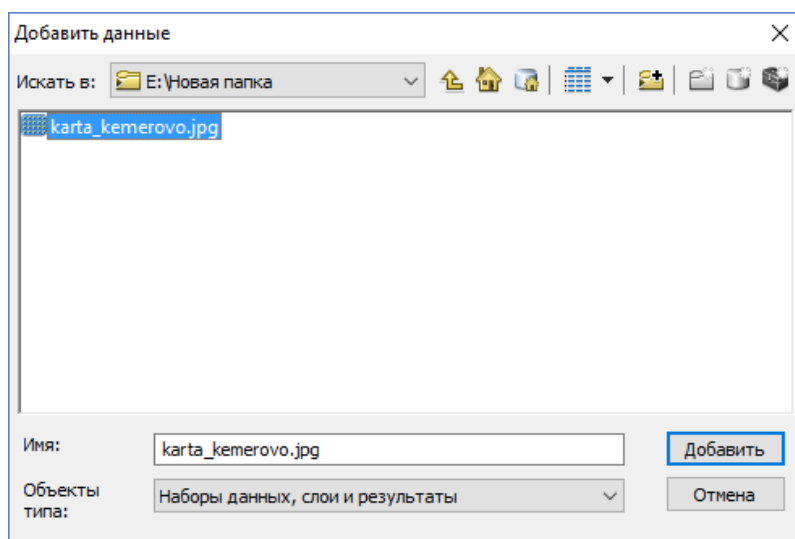


Рисунок 16 – Добавление данных

Таким образом, получаем исходную карту в ГИС-инструменте «ArcMap», (рис. 17).

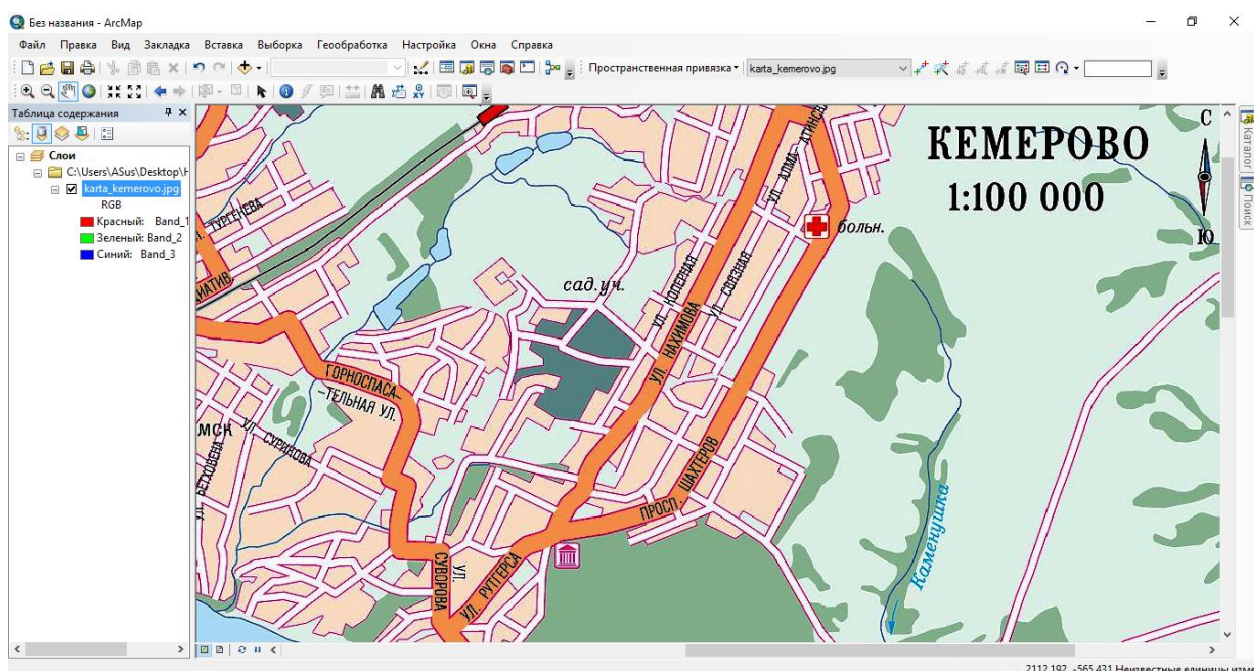


Рисунок 17 – Добавление данных (исходной карты) в интерфейс «ArcMap»

После добавление карты в качестве слоя, необходимо выполнить пространственную привязку данной карты по истинным координатам, так как исходная карты не содержит проекций системы координат, и вид исходной карты может не совпадать с реальным видом карты. Через диалоговое окно «Пространственная привязка», путем нахождения реальных координат опорных точек на карте через систему «Яндекс-карты», вводим в «Таблицу связей» реальные координаты XY карты (рис. 18).

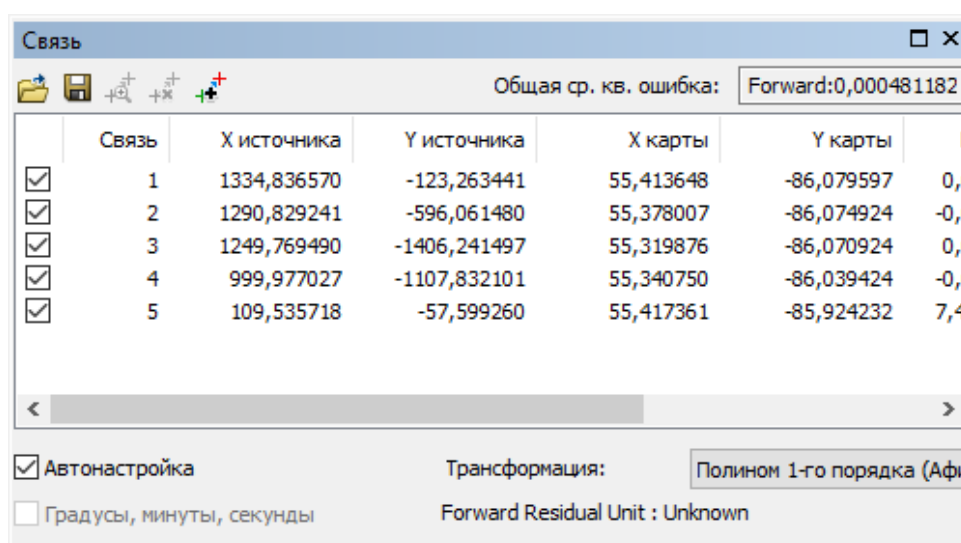


Рисунок 18 – Пространственная привязка исходной карты к координатам

Далее необходимо выполнить подключение атрибутивного материала к геоинформационной системе в «ArcMap», т. е. импорт табличных данных из базы данных в собственные таблицы. Для этого уже созданный файл Excel содержащий в себе базу данных «Точки» сохраняем в формате «*txt» (текстовые файлы, с разделителями табуляции) для дальнейшей визуализации данных на основе внутренних данных. Визуализация атрибутивной информации производится непосредственно с внутренних таблиц, т. е. непосредственно в «ArcMap».

Через меню «Файл» в панели инструментов ArcMap, выбираем пункт «Добавить данные XY», и далее выбираем уже созданную таблицу (рис. 19).

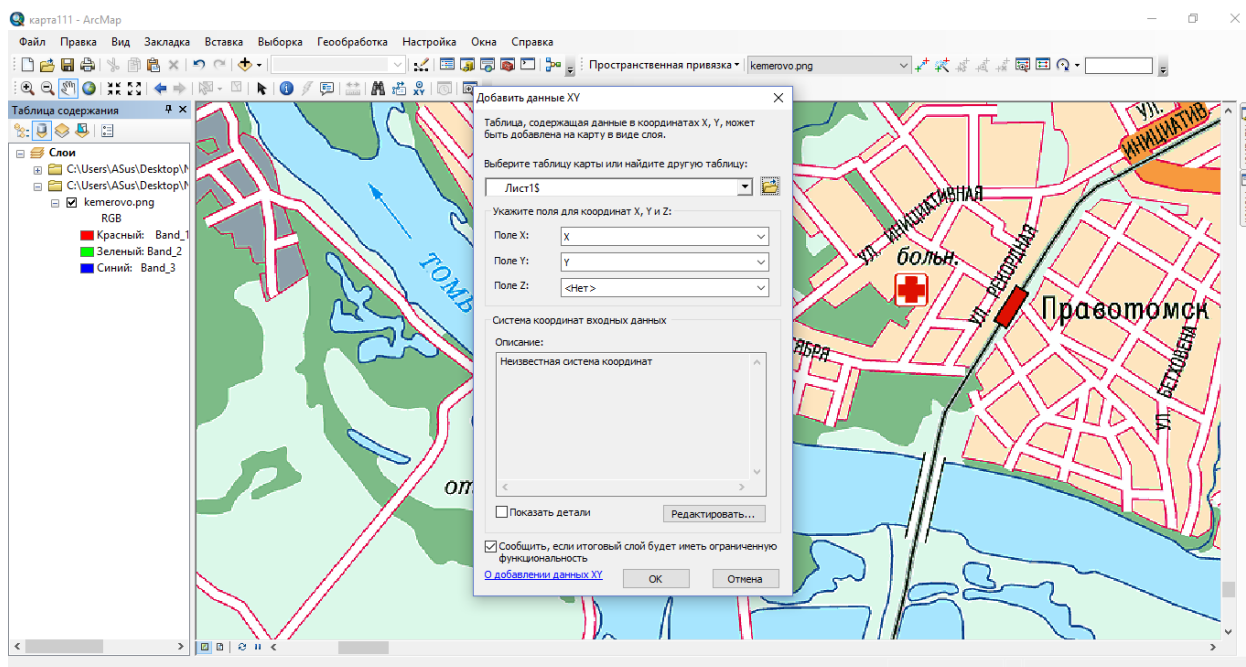


Рисунок 19 – Добавление атрибутивных данных о координатах точек
опробования плотности потока радона

Тем не менее, добавленная таблица является виртуальной и сохраняется только в проекте «ArcMap» (в формате *.mxd), а чтобы преобразовать ее в отдельный слой (шейп-файл), необходимо провести операцию экспорта. Для этого, правой кнопкой щелкаем на «Точки» и выбираем Данные\Экспорт данных (рис. 20) и сохраняем готовый шейп-файл (рис. 21).

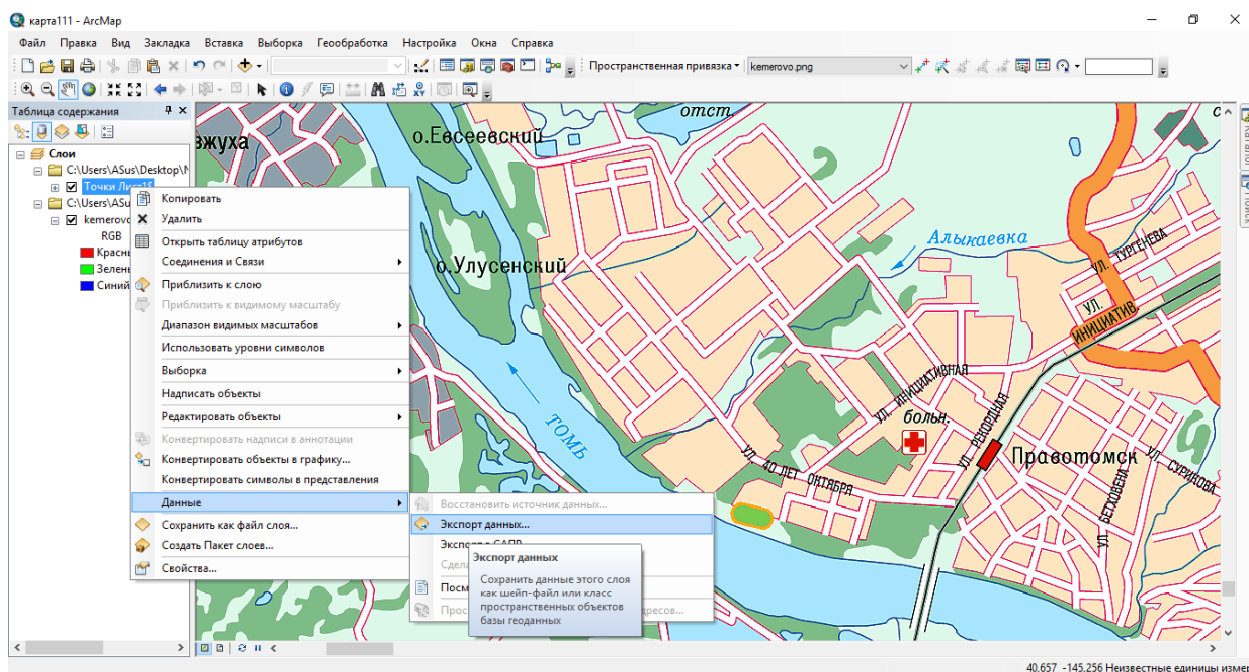


Рисунок 20 – Экспорт данных

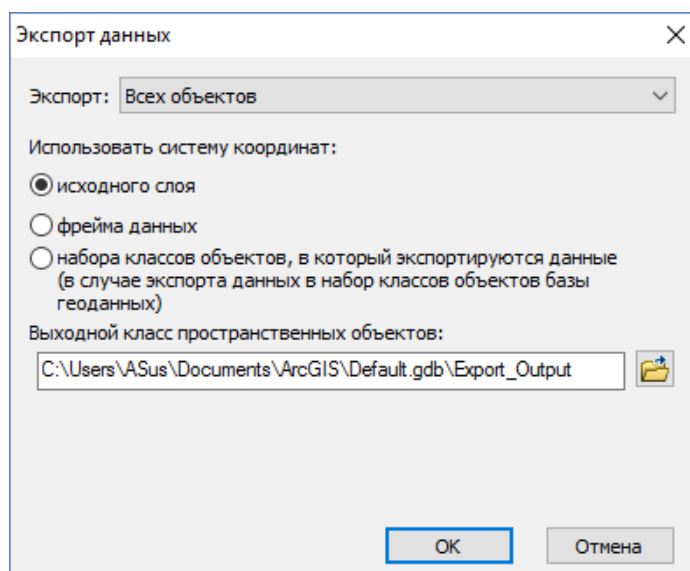


Рисунок 21 – Сохранение данных

Следующим этапом является визуализация атрибутивной информации на исходной карте, правой кнопкой щелкаем на «Точки» и конвертировать данные и получаем визуальное представление точечной информации на карте. Такие же этапы выполняем с другими градациями величины плотности потока радона (т. е. «Точки Лист 2» и «Точки Лист 3»).

Таким образом, получаем карту с точечным представлением степени радоноопасности по величине плотности потока радона (рис. 22).

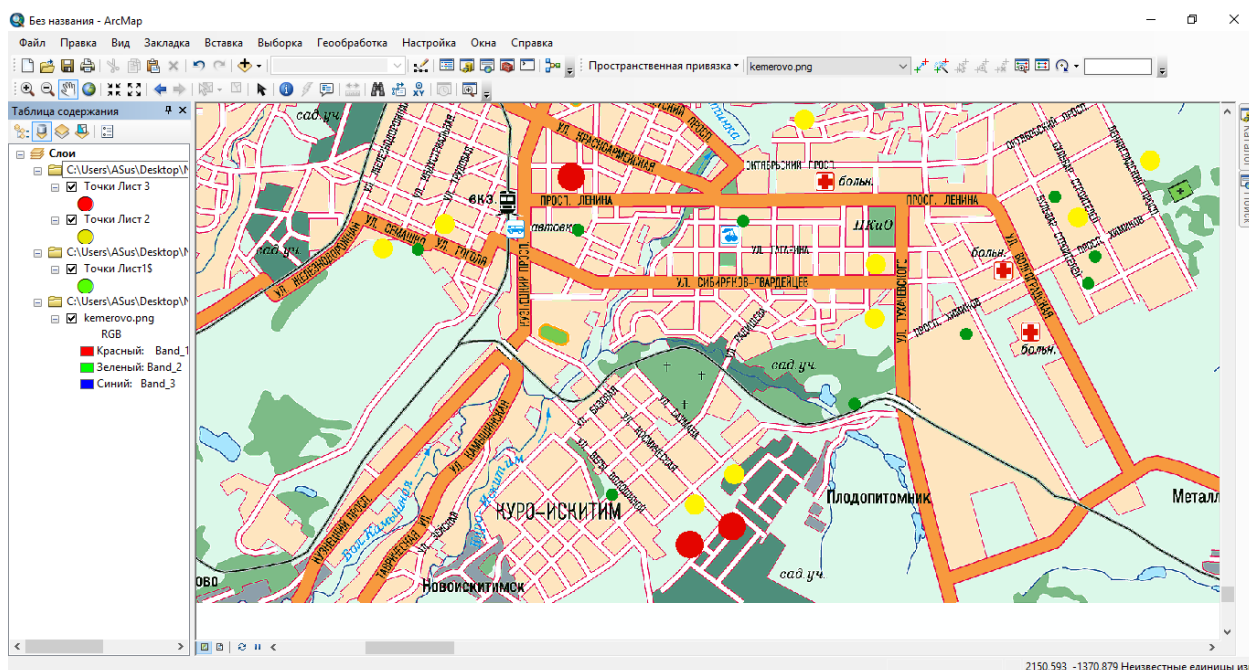


Рисунок 22 – Визуализация атрибутивного материала на карте

Таким образом, разработанная интегрированная геоинформационная система «РАДОН» может динамически обновлять данные атрибутивного характера из внешней системы при дополнении данных о величине плотности потока радона, а в дальнейшем и актуализировать пространственно-атрибутивные данные о радоновом загрязнении территории Кемерово на картах радоноопасности территории города, обновлять данные во внутренних таблицах программного комплекса «ArcGIS», а также результаты статистической обработки атрибутивных данных соответственно.

3.2 Характеристика районов по степени концентрации радона в подвальных помещениях

По результатам обследования зданий и сооружений на содержание в воздухе помещений радона получено большое количество данных, характеризующих конкретный точечный объект. Составление точечных карт радоноопасности территории города Кемерово даст возможность оценить степень радоноопасности Кемерово в целом, выделить наиболее опасные по радону районы.

Таким образом, составлена следующая карта радоноопасности территории Кемерово (масштаб карт 1:100 000)

«Карта распределения ППР радона в подвалах зданий г. Кемерово»
(рис. 23)

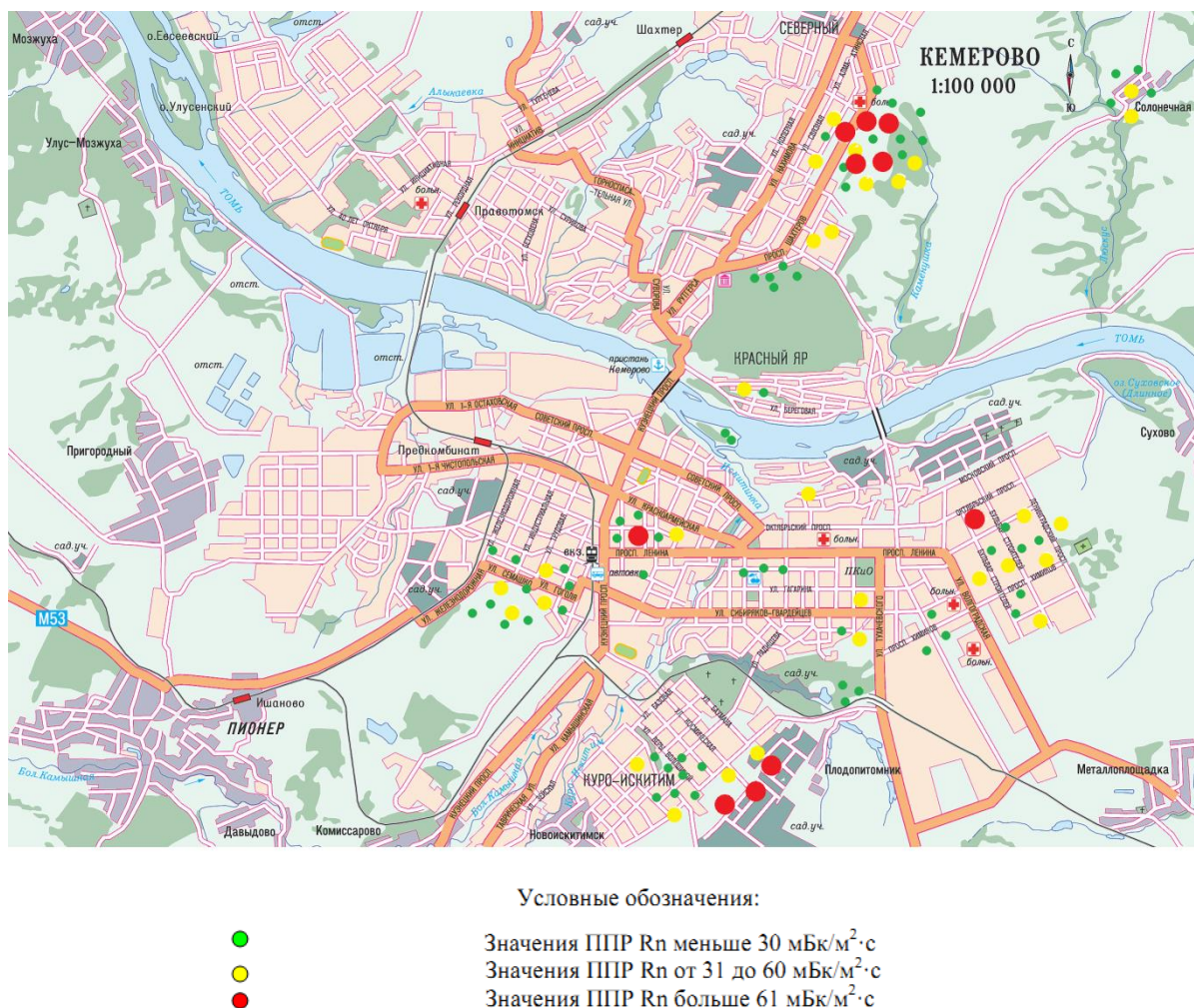


Рисунок 23 – Карта распределения ППР радона г. Кемерово (прил. 6)

Были рассчитаны средние, максимальные и минимальные величины ППР радона в подвальных помещениях с учетом погрешности прибора.

Таким образом, обобщенные результаты значений ППР радона на территории исследования имеют следующие значения:

- 1 Среднее значение плотности потока радона с поверхности почвы $43,4 \pm 4,0 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$;
- 2 Минимальное значение плотности потока радона с поверхности почвы $31 \pm 3 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$;

3 Максимальное значение плотности потока радона с поверхности почвы $59 \pm 6 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$.

Полученные значения отношения позволяют сделать вывод о том, что типовая многоквартирная застройка Кемерово обладает высокой степенью защиты от проникновения радона в жилые помещения, а частная малоэтажная застройка города за счет высокой степени газопроницаемости межэтажных перекрытий может является радонобезопасной.

Таким образом, проведенный анализ распределения радона в подвалах зданий города Кемерово позволяет сделать следующие выводы:

Кемерово в целом можно считать радонобезопасным городом, так как в большинстве обследованных зданий концентрация радона не превышает допустимой; количество объектов с концентрацией радона до $100 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$ составило (96 %). В 23 случаях содержание радона колебалось в интервале от 100 до $200 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$, в одном случае превышало нормируемое значение – $200 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$.

В 8,4 % обследуемых зданий наблюдалось превышение нормируемого значения. Средняя эквивалентная объемная активность радона в жилых и общественных зданиях составила – $43,4 \text{ мБк/м}^2 \text{ с}$.

Таким образом, согласно СП 11-102-97 [25], почти вся территория застройки г. Кемерово относится к I классу противорадоновой защиты (табл. 7). Защита от проникновения радона в помещения жилых и общественных зданий на территории Кемерово обеспечивается за счет нормативной вентиляции помещений, с учетом того что источником радона является грунт под зданиями.

Таблица 7 – Классы противорадоновой защиты зданий [25]

Средняя по площади здания плотность потока радона на поверхности грунта, $\text{мБк/м}^2 \text{ с}$	Класс требуемой противорадоновой защиты здания (характеристика противорадоновой защиты)
Менее 80	I Противорадоновая защита обеспечивается за счет нормативной вентиляции помещений
От 80 до 200	II Умеренная противорадоновая защита
Более 200	III Усиленная противорадоновая защита

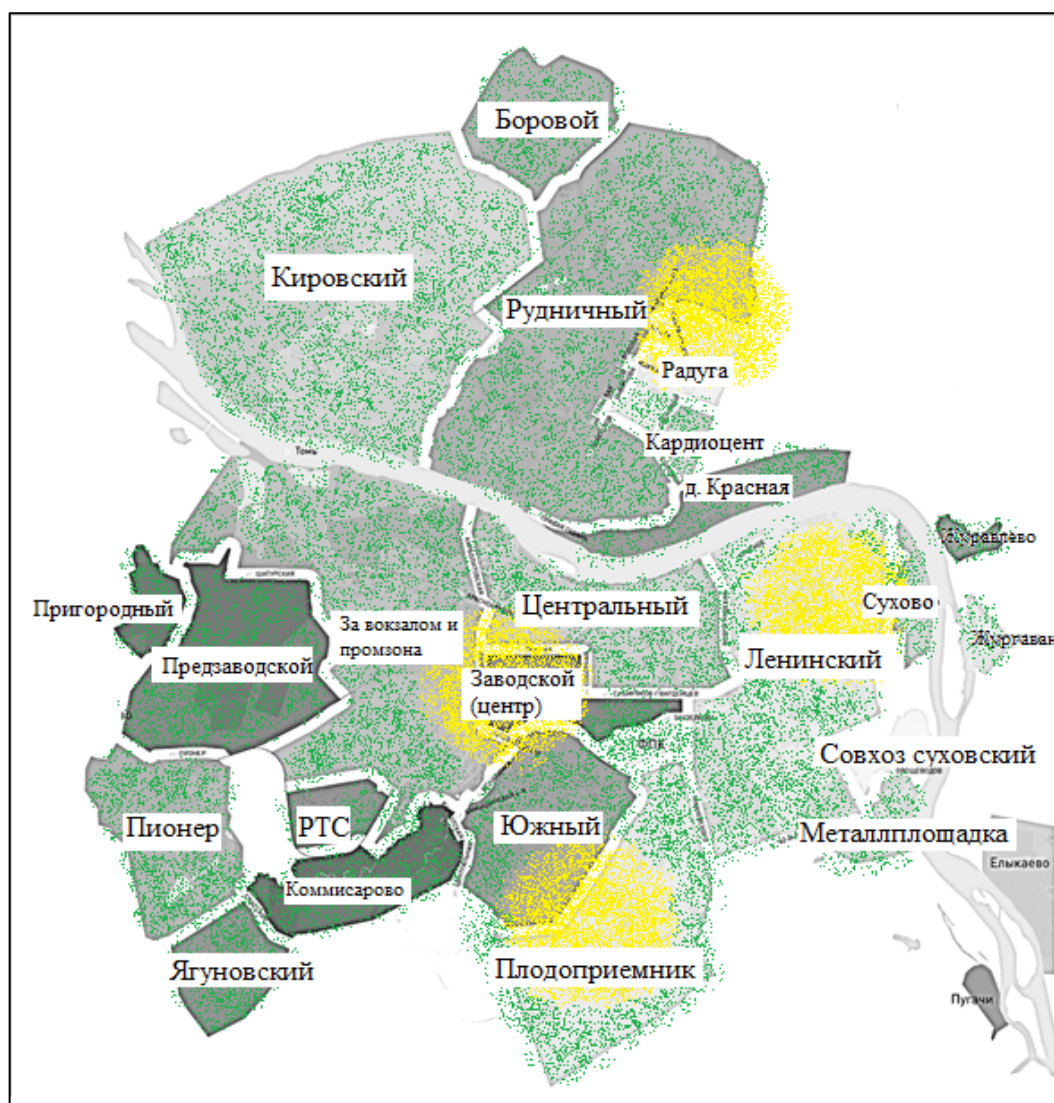


Рисунок 24 – Схема районирования г. Кемерово по классам
противорадоновой защиты зданий

- | | |
|--|---|
| | I Противорадоновая защита обеспечивается за счет нормативной вентиляции помещений |
| | II Умеренная противорадоновая защита |

Наиболее безопасными по радону в Кемерово являются территории Кировского, Заводского (Вокзал Кемерово, Промзона, РТС, Коммиссарово, Предзаводской), микрорайонов Пригородного и Боровой. п.п. Пионер и Лесная поляна. Большей радоноопасностью в городе Кемерово выделяются районы: Ленинский, Центральный, Рудничный, Заводской (центр), микрорайоны – Металлплощадка, Плодоприемник, Радуга (прил. 6).

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

Студенту:

Группа	ФИО
2BM51	Верховых Юлии Андреевне

Институт	Институт природных ресурсов	Кафедра	Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оценка стоимости материально-технических и человеческих ресурсов полевых и камеральные работ при проведении измерений плотности потока радона
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.1– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с. [28] - Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с. [29]
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Налоговый кодекс РФ, - ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1 <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Потенциал результатов исследования для конкретизации геолого-геохимической информации
2 <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Составление плана проведения полевых и камеральных работ при проведении измерения плотности потока радона. Расчет основных статей расходов
3 <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка эффективности мероприятий по проведению измерений плотности потока радона на территории г. Кемерово с целью районирования его по степени радоноопасности.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к. э. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM51	Верховых Ю. А.		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Основной целью магистерской диссертации является радиационно-гигиеническое обследование территории застройки, для оценки радоновой опасности. Всего на территории выполнено 280 измерений плотности потока радона в почвенном воздухе на 28 объектах. Измерение плотности потока радона выполнялись комплексом «Альфарад плюс АРП» согласно Руководству по эксплуатации [46] БВЕК 590000.001 РЭ способом 1, с отбором проб в стандартные воздушные пробоотборники и дальнейшим измерением ППР (ЭРОА радона и его ДПР).

Для осуществления поставленной цели было необходимо выполнить следующие основные задачи:

- произвести опробование с целью получения значения плотности потока радона в приповерхностном слое грунта;
- оформить результаты анализа в виде таблицы и отчета.

В данной части выпускной квалификационной работы представлена сметная стоимость проведения работ, которые могут быть поделены на две группы: полевые и камеральные.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно правовых документов:

- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (ССН-92, Вып.1, Вып.2) [28];
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1) [29];

Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования

Полевые работы

В процессе проведения полевых работ приходится выполнять передвижения между пунктами наблюдения. Протяженность таких передвижений во многом определяется освоенностью территории исследования и организацией производства конкретной разновидности работ. Нормирование передвижений проводится в зависимости от вида передвижения, используемых транспортных средств, категории проходимости местности, группы дорог и других нормообразующих факторов.

В состав полевых работ входят пешие переходы и передвижения на городском транспорте, виды, номер нормы времени и планируемые объемы работ представлены в таблице 8.

Протяженность маршрутов посчитана с помощью средств электронного справочника 2ГИС с картой г. Кемерово. Протяженность маршрутов на автомобильном транспорте составила 60 км, пешие переходы 10 км. Всего: 70 км.

Расчет затрат времени (N_i) по каждому виду работ производился по формуле:

$$N_i = H_{вр} \times V_i;$$

где $H_{вр}$ – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

V_i – объем i -го вида работ.

Затраты времени на передвижение, согласно ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 40, составили:

$$0,43 \cdot 10 / 10 \text{ км} = 0,43 \text{ бр/см}$$

по местности 1 категории проходимости (равнинный и холмистый рельеф, обнаженные, покрытые мелкоземом, реже дресвой и щебнем; открытые, задернованные, с низким травостоем; открытые с твердым

снежным настом; поросшие лесом средней густоты или редким без кустарника).

$$0,41 \cdot 60 / 100 \text{ км} = 0,25 \text{ бр/см}$$

по дорогам 1 категории (дороги с усовершенствованным покрытием (асфальтобетонные, цементно-бетонные)).

Всего затраты времени на передвижение при отборе проб составили 0,68 бр/см.

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителя – инженера-геофизика, выполняющего пешие переходы или переезды на транспортных средствах, численно равны нормам длительности этой работы соответственно 0,43 и 0,41.

В состав работ по измерению плотности потока радона с приповерхностного слоя грунта, предусмотренные нормами ССН-92 вып. 2, ч. 7, пункт 7.5.2: операции, связанные с обслуживанием рабочего места; в 28 пунктах опробования, по 10 точек измерения в каждом, итого 280 точек измерения ППР (ЭРОА радона).

Расчет затрат времени на отбор проб согласно ССН, вып. 2, ч. 7, т. 2 [28]:

$$2,06 \cdot 280 / 100 = 5,77 \text{ бр/см.}$$

Таблица 8 – Перечень проектируемых работ

Виды работ	Единица работ	Номер нормы времени по ССН-92	Норма времени	Объем работ	Затраты времени (бр/см)	Затраты труда (чел/см)
Пешие переходы исполнителей между точками наблюдений	10 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,43	0,1	0,43	0,43
Передвижения на автомобильном транспорте	100 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,41	0,6	0,25	0,25
Измерение ППР (ЭРОА радона)	100 точек	вып. 2, ч. 7, т. 2	2,06	28	5,77	5,77
ВСЕГО						6,45

Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле (Налоговый кодекс часть 2 глава 25 статья 259 п.1):

$$1/n \times 100\%;$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 9 – Расчет амортизации основного оборудования

Наименование	Цена за единицу	Срок службы	Ежемесячные амортизационные отчисления (в рублях)
Комплекс «Альфарад плюс АРП»	202 000	5	3 366,67
Итого, на время выполнения полевых работ			1 178,33

Результаты расчета материальных затрат на проведение полевых работ приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет материальных затрат на проведение полевых работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Журнал регистрационный	шт.	28	20,00	560,0
Карандаш простой	шт.	5	6,00	30,0
Итого				590,0

Затраты труда в чел.-мес соответственно равны частному от чел.-см. количество рабочих смен. (в 1 рабочем месяце предусмотрено 20 рабочих смен).

Таблица 11 – Расчет сметной стоимости полевых работ

Наименование	Един. измерения	Должностной оклад ст., руб	Затраты труда, чел. мес.	Затраты, руб.
Основная зарплата	руб.	4 500	0,32	1 451,25
Инженер-геофизик	руб.	4 500	0,32	1 451,25
Дополнительная зарплата 7,9%				972,65
Итого заработная плата				3 875,15
Отчисления на соц. нужды 31% (2017 г.)				1 201,3
Материалы	руб.			590,0
Амортизация	руб.			1 178,33
Итого основных расходов				6 844,78

Камеральные работы

В состав камеральных работ входят работы по составлению таблицы и отчета по результатам лабораторных исследований с использованием машинописного ввода информации.

Таблица 12 – Расчет временных затрат на проведение камеральных работ

Вид работ	Объем		Норма времени по ССН	Коэф-ты	Документ	Итог времени на объем (чел. см.)
	Ед. изм.	Кол-во				
Камеральная обработка радиометрических экологических исследований	100 точек	2,8	7,59	1	ССН, вып. 2, ч. 7, п. 7.8, табл. 8.	21,25

Таблица 13 – Затраты на оборудование

Наименование	Цена за единицу, руб.
Компьютер	30 000

Таблица 14 – Расчет материальных затрат на проведение камеральных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага офисная	пачка (100 л)	2	165,00	330,00
Карандаш простой	шт.	2	6,00	12,00
Резинка ученическая	шт.	1	6,00	6,00
Линейка чертежная	шт.	1	25,00	25,00
Ручка шариковая	шт.	2	8	16,00
Итого:				395,00

Таблица 15 – Расчет сметной стоимости камеральных работ

Наименование	Един. измерения	Должностной оклад ст., руб	Затраты труда, чел. мес.	Затраты, руб.
Основная зарплата	руб.	4 500	1,06	4 770,0
Инженер-геофизик	руб.	4 500	1,06	4 770,0
Дополнительная зарплата 7,9%				972,65
Итого заработная плата				10 512,65
Отчисления на соц. нужды 31% (2017 г.)				3 258,92
Материалы	руб.			395,00
Оборудование	руб.			30 000,0
Итого основных расходов				44 166,57

Общая сметная стоимость

Рассчитанная **общая сметная стоимость** выпускной квалификационной работы представлена таблицей по форме СМ4 (табл.16).

Таблица 16 – Сметные нормы по статьям основных расходов с учетом основной заработной платы

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
1	2	3
Заработная плата, с учетом районного коэффициента (для Кемерово = 1,3)	15 737,8	
Отчисления на социальные нужды	4 460,22	ФЗ от 14.12.2015 N 363
Материальные затраты	985,0	СБЦ-99
Амортизация	1 178,33	НК, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1
Оборудование	30 000,0	
Итого основные расходы	52 361,35	
Прочие накладные расходы 16 %	8 377,82	
Итого:	60 739,17	

Таким образом, **общая сметная стоимость** на проведение работ по измерение плотности потока радона в пределах г. Кемерово составляет **60 739,17** рублей, в том числе заработная плата исполнителя (инженера-геофизика) работ, с учетом полевых и камеральных работ составляет **15 737,8** рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM51	Верховых Юлии Андреевне

Институт	Институт природных ресурсов	Кафедра	Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В процессе радиационно-гигиенического обследования производится измерение плотности потока радона, в ходе которого оцениваются радоновая опасность и гамма-фон территории застройки г. Кемерово. Камеральные работы по обработке результатов исследований осуществляется с помощью ЭВМ.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Вредных проявлений факторов производственной среды: – Полевой этап: Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, превышение уровней шума и вибраций, тяжесть физического труда; Камеральный этап: отклонение показателей микроклимата в помещении недостаточная освещенность рабочей зоны, превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений. Опасных проявлений факторов производственной среды: – Полевой этап: электрический ток; – Камеральный этап: электрический ток, статическое электричество, пожароопасность, взрывоопасность.
2. Экологическая безопасность:	Основными загрязняющими компонентами почв города являются тяжелые металлы, нефтепродукты и бенз(а)пирены. Действует разработанная программа мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвенного покрова, включая проект установления СЗЗ.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на территории исследования: наводнение, пожар, землетрясение. Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного характера, проведение противопожарных инструктажей.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Все предусмотренные работы проводятся в соответствии с «Правилами по технике безопасности при геологоразведочных работах», а также инструкциями, постановлениями и план - графиком мероприятий отряда. Прием на работу в геологоразведочные организации лиц моложе 18 лет запрещается. Перед началом полевых работ ответственный исполнитель проверяет готовность отряда, оформленный специальным актом, проводит рекогносцировку площадки, размещает площадки исследований и проводит инструктаж исполнителей. По окончании полевых работ территория приводится в такое санитарное состояние, каким оно было до начало изысканий.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Задорожная Т. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM51	Верховых Ю. А.		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В административном отношении исследуемая территория располагается в г. Кемерово, Кемеровской области. Находится на юго-востоке Западной Сибири в северной части Кузнецкой котловины, расположен на обоих берегах реки Томь в среднем её течении, при впадении в неё реки Искитим.

Части города, расположенные на разных берегах Томи, связаны между собой двумя автомобильными (Кузнецкий и Кузбасский мосты) и одним железнодорожным.

Согласно СП 14.13330.2014 [26], исследуемая площадка входит в район возможных сейсмических воздействий, интенсивность которых по картам ОСР-97 А, В оценивается в 6 баллов по шкале MSK – 64 для грунтов II категории по сейсмическим свойствам.

В результате радиационно-гигиенического обследования оценивается радоновая опасность и гамма-фон территории. Измерение плотности потока радона выполнялись комплексом «Альфарад плюс АРП» согласно Руководству по эксплуатации [46] БВЕК 590000.001 РЭ способом 1 с отбором проб в стандартные воздушные пробоотборники и дальнейшим измерением ППР в лабораторных условиях.

По результатам выполненных полевых и камеральных работ по определению ППР с поверхности грунта в целом на обследованной площади среднее значение плотности потока радона с учетом погрешности ППР не превышает допустимого, следовательно, обследованная территория соответствует требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов по ППР. согласно МУ 2.6.1.2398-08.

Согласно табл. 6.1 СП 11-102-97 [25] территория относится к I классу противорадоновой защиты (противорадоновая защита помещений обеспечивается за счет нормативной вентиляции помещений).

Радиационно-гигиеническое обследование территории обследования входит в комплекс инженерных изысканий для строительства (инженерно-геофизических, инженерно-геологических, инженерно-экологических и инженерно-гидрометеорологических).

Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы при данном виде работ, представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Вредные и опасные факторы при производстве работ

Этапы работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой этап	1.Опробование с целью получения значения плотности потока радона в приповерхностном слое грунта	1 Электрический ток 2. Статическое электричество 3.Пожароопасность	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2.Превышение уровней шума и вибраций 3.Тяжесть физического труда 4. Наличие радиоактивных веществ в породах горных выработок.	ГОСТ 12.1.003-14[2] ГОСТ 12.1.012-04[1] ГОСТ 12.2.003-91[3] ГОСТ 12.4.125-83[14] ГОСТ 12.4.011-89[4] ГОСТ 12.1.019-09[5] ГОСТ 12.1.030-01[6] ГОСТ 12.1.004-91[7] ГОСТ 12.1.010-76[8] СН2.4/2.1.8.55696[22]
Лабораторный и камеральный этапы	1.Определение плотности потока радона 2.Написание отчета с использованием ЭВМ	1.Электрический ток 2.Пожароопасность	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны 3.Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу 4.Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений	ГОСТ 12.1.007-76[9] ГОСТ 12.1.019-09[5] ГОСТ 12.4.125-83[14] ГОСТ 12.4.011-89[4] ГОСТ 12.1.005-88[10] ГОСТ 12.1.004-91[7] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [20] СанПиН 2.2.4.548-96[19] СП 20.13330.2012[23] ПУЭ [16]

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с правилами, а также инструкциями, постановлениями и план – графиком мероприятий отряда.

Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Превышение уровней шума

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Шум может создаваться работающим оборудованием (установками воздуха (воздуходувка), преобразователями напряжения). В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-14[2].

Таблица 18 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-14 [2])

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБа
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны) согласно ГОСТ 12.1.003-14 [2].

Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение.

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.

В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40°C и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха усиливает и потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

В соответствии с СП 131.13330.2012 [27] район изысканий входит в климатический район IV. Климат района работ – резко-континентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом.

Полевые работы были проведены летом, поэтому для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты:

1. спецодежда (костюм хлопчатобумажный, костюм с водоотталкивающей пропиткой, костюм от дождя),
2. специальная обувь (ботинки кожаные, сапоги резиновые)
3. средства защиты рук (перчатки хлопчатобумажные и резиновые)
4. головные уборы (шапки и панамы).

Тяжесть и напряженность физического труда

Производственный травматизм тесно связан с физической работоспособностью человека, определяемой силой мышц и мышечной выносливостью. При анализе мышечной деятельности различают два вида работы: статическую и динамическую.

Динамическая работа связана с перемещением груза вверх и вниз и сопровождается сокращением отдельных мышц. При статической работе развивается напряжение мышц без изменения их длины. Однако при таком напряжении мышц приводит к быстрому утомлению и снижению мышечной выносливости.

Статическая работа при неправильной позе может вызвать искривление позвоночника. Динамическую и статическую нагрузку характеризует такой показатель физического труда, как тяжесть. По тяжести труда различают несколько категорий, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [22]. Работы на полевом этапе относятся ко 2 классу (допустимые условия труда, т.е. при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).), согласно, ФЗ от 28.12.2013 N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".

Основные характеристики, отражающие работу в данных условиях (допустимых) труда:

По показателям тяжести:

1. Стереотипные рабочие движения (количество за смену):

1.1 Стереотипные рабочие движения, при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук) до 40 000;

1.2 При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) до 20 000.

2. Рабочая поза:

2.1 Рабочая поза – периодическое, до 25% времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность

изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60% времени смены.

3. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом:

3.1 Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом до 8 км.

По напряженности:

1. Интеллектуальные нагрузки:

1.1 Содержание работы – решение простых задач по инструкции;

1.2 Восприятие сигналов (информации) и их оценка – восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций;

1.3 Распределение функций по степени сложности задания – обработка, выполнение задания и его проверка;

1.4 Характер выполняемой работы – работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности.

2. Эмоциональные нагрузки:

2.1 Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки – работник несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий).

3. Режим работы:

3.1 Фактическая продолжительность рабочего дня – 8-9 ч;

3.2 Сменность работы – односменная работа (без ночной смены);

3.3 Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность – перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7% и более рабочего времени [17].

Лабораторный и камеральный этапы

Недостаточная освещенность рабочей зоны

К современному производственному освещению предъявляются требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работников, способствует повышению производительности труда. Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. По источнику излучения светового потока различают естественное, искусственное и совместное освещение.

Рабочее место инженера при камеральных и лабораторных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причём светопроёмы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы специальные экранирующие устройства, снабжённые светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной плёнкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещённое освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в тёмное, но и в светлое время суток.

Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света. Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем при недостаточном естественном освещении. Искусственное освещение по назначению разделяют на общее, местное и комбинированное. По пространственному расположению светильников в помещении различают равномерное и локализованное освещение, по функциональному назначению – рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80. Светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, КПД = 75 %, светораспределение прямое, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18].

Согласно действующим нормативным документам по искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого - коэффициент естественной освещённости. При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещённости должна быть больше или равна 1,5%. Нормирование освещённости производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещённости – это СанПиН 2.2.4.548-96 [19] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[20] (табл.18).

Таблица 19 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения (СанПиН 2.2.1/2.1.1278-03 [20])

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещённости (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещённость, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

Примечание: Прочерки в таблице означают отсутствие предъявляемых требований.

Нормы освещённости зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. При этом освещённость, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10% от нормируемой, но не менее 300 -500 лк, а комбинированная – 750 лк.

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещённости. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещённости рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы. Рекомендуемая освещённость для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами - 400 лк (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [20]).

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, оказывающих влияние на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, инфракрасное излучение. Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние на функциональную деятельность человека – его самочувствие и здоровье. Длительное воздействие человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [10],

СанПиН 2.2.4.548-96 [19]. Отопление и вентиляция помещений проектируется в соответствии с требованиями Р.2.2.2006-05 [32].

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности человека и более согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [19].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [19]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры естественной вентиляцией.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать $2\text{-}3^\circ\text{C}$.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета $50 - 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. При небольшой загрязненности наружного воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного воздуха и циркуляционного.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочем помещении представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96 [19])

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, ф%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t°опт	Диапазон выше оптимальных величин t°опт			Если t°<t°опт	Если t°>t°опт
Холодный	Па	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Па	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	15,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Превышение уровня электромагнитных и ионизирующих излучений

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизкочастотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний.

В настоящее время разработаны документы, регламентирующие правила пользования дисплеями. Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой Low Radiation, компьютеры с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого круга.

Уровни допустимого облучения определены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [20]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности Е и Н электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2.5 В/м по электрической и 0.5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Таблица 21 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[20])

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся: рациональное размещение излучающих и облучаемых объектов; ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день); защита расстоянием (не менее 600-700 мм от экрана дисплея).

Организация безопасной работы на ПЭВМ и регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [20].

Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Электрический ток

В полевых условиях опасным фактором является работа с электрооборудованием, в сырую погоду, особенно в грозу. Молния - электрический разряд между облаками или облаком и землей. Силы токов молний достигают десятков и сотен тысяч ампер. Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы. Металлические буровые вышки в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее, чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Сопротивление заземляющих устройств не должно быть более 4 Ом. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ 12.1.019-09 [5].

Защитное заземление или зануление обеспечивает защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим

нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность. Согласно ПУЭ [16] все голые токоведущие части должны быть закрыты изоляцией, кожухами и другими ограждениями, или размещены на недоступной высоте, применение автоматических блокировок и отключений.

Защитное заземление или зануление электроустановок следует выполнять: при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях; при номинальном напряжении от 42 В до 380 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока при работах в условиях с повышенной опасностью и особо опасных по ГОСТ 12.1.030-01[6].

В результате неосторожной работы с электрооборудованием возможно получение увечий. Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое (ожоги, нагрев до высокой температуры органов человека), электролитическое (разложение органических жидкостей тела) и биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей) действие. Эти действия приводят к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Основной причиной несчастных случаев, связанных с электрическим током, является нарушение правил работы под линиями электропередач.

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики, изолирующие подставки) согласно ГОСТ 12.4.011-89[13];

- работа генератора и других источников тока должна производиться под непосредственным наблюдением обслуживающего персонала или при принятии надлежащих мер предосторожности (ограждения, охрана и т.д.);

- все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи. Запрещается передавать сигналы путём натяжения провода. Включение и другие коммутации источников питания могут проводиться только операторами установок;

- с целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие ("Стой! Напряжение", "Не влезай! Убьет"); запрещающие ("Не включать. Работают люди"); предписывающие ("Работать здесь"); указательные ("Заземлено").

Камеральный и лабораторный этапы

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении может выступать нарушение изоляции электропроводки.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-09 [5].

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, то есть соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит

от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с - 2мА, при 10 с и менее - 6мА.

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [16], относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность (влажность не превышает 75%, температура-20-23°C, отсутствуют токопроводящая пыль, полы деревянные).

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и компьютерного класса; токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-09[5], ГОСТ 12.1.030-01[6], ГОСТ 12.1.038-82[11].

Статическое электричество

Источником статического электричества является – электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ПЭВМ потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с Р.2.2.2006-05 [32] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько

микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Пожарная и взрывная безопасность

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вызывающее несчастные случаи.

Основными причинами пожаров являются:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества [35].

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной взрывной относятся к категории В – пожароопасное (согласно НПБ 105-03 [15]). Горючие и трудно горючие твердые материалы (в данном случае это – деревянная мебель, канцелярские принадлежности), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности, согласно ГОСТ 12.1.004-91 [7]:

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады.

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня. В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее

распространение получили различные огнетушители: газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОП-10 и специальные огнетушители типа ОУБ. В камеральных и лабораторных помещениях предусмотрены порошковые огнетушители ОП-10, по 2шт. соответственно.

Успех ликвидации пожара на производстве зависит, прежде всего, от быстроты оповещения и его начале. Поэтому все производственные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Она может быть автоматическая и электрическая

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник экспедиции, и его заместитель по хозяйственной части.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91[7].

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

За нарушение правил рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

Экологическая безопасность

Геологическая среда – неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеродами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

Безопасность экологическая – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Воздействие экологически вредное – воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека.

Инженерные работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Так как, почвенный слой является ценным медленно возобновляющимся природным ресурсом. При ведении строительных работ, прокладке линий коммуникаций, добыче полезных ископаемых и всех других видах работ, приводящих к нарушению или снижению свойств почвенного слоя, последний подлежит снятию, перемещению в резерв и использованию для рекультивации нарушенных земель или землевания малопродуктивных угодий.

Снятие и охрану плодородного почвенного слоя осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.03-85 [14].

При разработке проектной документации на объект, размещаемый в пределах селитебной зоны и не оказывающий существенного влияния на

сельскохозяйственные и лесные земли, почвенная съемка не производится, а на площадке строительства проводится почвенное обследование с проходкой почвенных разрезов из расчета один разрез в пятне распространения одного типа (подтипа) почв.

При малой площади застройки и земельного отвода снятый почвенный слой используется после завершения строительства для благоустройства территории.

Требования к использованию почвенного слоя для землевания рекультивируемых земель и малопродуктивных сельскохозяйственных угодий изложены в ГОСТ 17.5.3.05-84 [14].

Контроль за снятием, хранением и рациональным использованием плодородного слоя почв возлагается на землеустроительную службу Минсельхозпрода России.

Вредного воздействия на атмосферу и гидросферу при данном виде работ не наблюдается.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы, ущерб здоровью или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС [45].

На данной территории исследования наиболее частыми и опасными чрезвычайными ситуациями, являются: землетрясение, наводнение и пожар,

безопасность в последнем рассмотрим более подробно, как наиболее частую и вероятную.

Одним из самых опасных факторов, развитых на участке является сейсмическая активность. Площадка изысканий входит в район возможных сейсмических воздействий, интенсивность которых по карте ОСР-97 А и В, оценивается в 6 баллов для средних грунтовых условий. Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, вызванные естественными процессами, происходящими в земной коре [31].

Интенсивность землетрясения оценивается по 12-ти бальной сейсмической шкале (MSK-86), для энергетической классификации землетрясений пользуются магнитудой. Условно землетрясения подразделяются на слабые (1–4 балла), сильные (5–7 баллов) и разрушительные (8 и более баллов). При землетрясениях лопаются и вылетают стекла, с полок падают лежащие на них предметы, шатаются книжные шкафы, качаются люстры, с потолка осыпается побелка, а в стенах и потолках появляются трещины. Все это сопровождается оглушительным шумом. После 10-20 секунд тряски подземные толчки усиливаются, в результате чего происходят разрушения зданий и сооружений. Всего десяток сильных сотрясений разрушает все здание. В среднем землетрясение длится 5–20с.

К защитным мероприятиям при землетрясении относятся постоянно проводимые мероприятия, основанные на сейсмическом районировании: ограничение землепользования, укрепление сооружений и сейсмостойкое строительство, демонтаж недостаточно сейсмостойких сооружений, ограничения в размещении внутри зданий опасных или легко повреждаемых объектов, подготовка мероприятий, основанных на прогнозе момента землетрясения и т.д. [45].

В сейсмически опасных районах намечается и выполняется ряд мероприятий: должен быть приготовлен и храниться в определенном месте запас продуктов; аптечки первой медицинской помощи и другие

необходимые предметы; устанавливается заранее место сбора семей, составляет список телефонов медицинской и других аварийных служб; заранее определяет наиболее безопасные места, где можно переждать толчки.

Самая лучшая мера защиты – это быстро (в течение 15-20 секунд после первого толчка) покинуть помещение, отойти от него на открытое место. Если это невозможно – укрыться в заранее выбранном месте: дверном проеме, в проемах внутренних вертикальных стен, углах, образованных капитальными стенами, местах у колонн и под балками каркаса.

После прекращения подземных толчков необходимо убедиться в отсутствии ранений и оказать помощь окружающим людям, немедленно покинуть помещение. Не пользоваться лифтом, спускаться по лестнице, предварительно убедившись в ее прочности. Нельзя подходить, а также входить в явно поврежденные здания. Принять участие в ликвидации последствий землетрясения.

Правовые вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда и техника безопасности в России это – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья № 1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 37 Конституции РФ) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. (Это право закреплено также в ст. 7 международного пакта об экономических, социальных и культурных правах).

37 статья Конституции РФ: обеспечивает свободу труда, и дает право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности. Пятый пункт выше указанной статьи гласит: «каждый имеет

право на отдых». В конечном итоге, своим первоисточником, охраны труда имеет Конституцию РФ.

Федеральный орган исполнительной власти, осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда, этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

В организации режим труда и отдыха носит следующий характер, работнику устанавливается пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями:

1. Продолжительность ежедневной работы 8 часов;
2. Время начала и окончания работы с 8:00 до 17:00;
3. Время перерывов в работе с 12:00 до 13:00.

Также, устанавливается отпуск в количестве 28 дней в течение года, и другие выходные (праздничные) дни, предусмотренные трудовым законодательством РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы в виде магистерской диссертации, в соответствии с поставленными целями и задачами, в результате проведенного анализа и интерпретации данных установлено, что в составе почвенного воздуха на территории города Кемерово присутствуют Радон-222 и его дочерние продукты распада, а Торон-220 и его ДПР отсутствуют. Это означает, что Радон-222 поднимается с такой глубины, что короткоживущий Торон-220 успевает распасться, т.е. основным путем миграции или природой эманации радона к дневной поверхности являются зоны тектонических нарушений горных пород. Таким образом, можно считать доказанным глубинное происхождение радона на территории Кемерово.

Для обработки полученных в результате исследований данных была создана интегрированная ГИС-технология (прил. 5). А для систематизации исходной информации (значений плотности потока радона) разработана база данных в программном комплексе Microsoft Excel 2007. Для статистической обработки, визуализации и пространственного анализа данных была разработана геоинформационная система. Принцип работы которой основан на интеграции ГИС-инструментария «ArcMap» с внешней базой данных и динамическом обновлении данных, при ее дополнении новыми данными. В результате полученная геоинформационная система совместно с базой данных, позволила построить электронную карту радоноопасности города Кемерово, произвести статистическую обработку данных, полученных в результате исследования, а также произвести пространственно-атрибутивный анализ данных.

По результатам проведенного пространственного анализа цифровой модели радонового поля территории Кемерово, а также статистической обработки данных, приведенных в интерфейсе «ArcMap», можно выделить следующие радонобезопасные районы в Кемерово: Кировского, Заводского

(Вокзал Кемерово, Промзона, РТС, Комиссарово, Предзаводской), микрорайонов Пригородного и Боровой., п.п. Пионер и Лесная поляна. Большой радоноопасностью в городе Кемерово выделяются районы: Ленинский, Центральный, Рудничный, Заводской (центр), микрорайоны – Металлплощадка, Плодоприемник, Радуга (прил. 6).

Полученные значения отношения концентраций радона в зданиях Кемерово позволили сделать вывод о том, что типовые многоквартирные дома города Кемерово имеют высокую степень защиты от радона, а здания частной малоэтажной застройки напротив, имеют высокую газопроницаемость и имеют низкую степень защиты от проникновения радона.

Для групп населения, проживающих в потенциально радоноопасных районах, защита от проникновения радона в помещения жилых и общественных зданий на территории обеспечивается за счет нормативной вентиляции помещений, так как в целом на территория города является радонобезопасной, согласно СП 11-102-97 [25].

В процесс информирования населения, проживающих в возможных радоноопасных районах, должны быть разработаны рекомендации по снижению поступления радона в помещения.

Полученная карта районирования (прил. 2) может быть включена в генеральный план застройки территории города Кемерово. Разработанная геоинформационная система также может использоваться в комитете по охране окружающей среды Администрации города Кемерово.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные документы

1. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12 1 003-14. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты рабочих. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.019-09 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
6. ГОСТ 12.1.030-01. Защитное заземление, зануление.
7. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывоопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические, требования к воздуху рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
12. ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные.
13. ГОСТ 12.4.124-83 Средства защиты от статического электричества.
14. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнений.
15. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

16. Правила устройства электроустановок. 7-е издание – Новосибирск: Сибирский .университет. 2006.
17. Р.2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
19. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
20. СанПиН 2.2.1/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам» и организация работы. М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
21. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».
22. СН 2.2.4/2.18.556-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.
23. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
24. СП 22.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
25. СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»
26. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах.
27. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
28. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.1– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.
29. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.

30. РСН 75-90 «Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ.

31. РСН 65-87 «Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ»

32. Р.2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

33. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) «О радиационной безопасности населения»

Фондовые

34. Технические отчеты по инженерно-геофизическим изысканиям на территории г. Кемерово компании ООО «Геотехника», Кемерово 2016 г.

Опубликованные

35. Агошков А.И., Трегубенко А.Ю., Вершкова Т.И. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие, ДВФУ, 2015 г. – 158 с.

36. Апкин Р. Н., Демидов А. В. Современное состояние вопроса регистрации радона и физические методы измерений его активности в почве, в воде и воздухе (на примере г. Казани и Приказанья). Казанский государственный энергетический университет. Казань 2012 г, 86с.

37. Атомная стратегия XXI. Низкоактивные отходы. 2006. 19 с.

38. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические исследования - М.: Изд-во КДУ, 2007, - 418 с.

39. Геология СССР: Т. 14. Западная Сибирь (Алтайский край, Кемерово, Новосибирская, Томская, Омская области) Ч. 1. Геологическое описание, ред. А. В. Сидоренко. - М.: Недра, 1967. – 664 с.

40. Геологические условия, определяющие формирование радиационной обстановки Г.В. Стась, Мпеко Нсендо Арди

41. Гидрогеология СССР. Т.17. Кемеровская область и Алтайский край. Западно-Сибирское геологическое управление. Редакторы М. А. Кузнецова и О. В.Постникова. М. «Недра», 1972 г., 399 с.
42. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2016 году
43. Золотарев Г. С. Методика инженерно-геологических исследований. - М.: Изд- во МГУ, 1990. -384 с.
44. Инженерная геология СССР. Т.5. Алтай, Урал. Под ред. Е.М. Сергеева. М., Изд-во Московского университета, 1978 г. 219 с.
45. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2003. – 144 с.
46. Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов «АЛЬФАРАД ПЛЮС». Руководство по эксплуатации. Приборостроительная компания НТМ-Защита. Москва.
47. Леонтьев А.В., Фомичева О.А., Проскурнина М.В., Зефилов Н.С. Современное состояние химии радона. 1982 г., 39 с.
48. Максимовский В.А., Харламов М.Г., Мальцев А.В., Лучин И.А., Смыслов А.А. Районирование территории России по степени радоноопасности.
49. Середкина О. М. ГИС-технологии в изучении распределения радона на территории города Иркутска. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Иркутск 2012 г., 23с.
50. Сорокина Н. В. Изучение регионально-фоновой радиационной ситуации с применением дозиметрии и исследований содержания природных и техногенных радионуклидов в материалах и продуктах Кузбасса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово 2006 г., 20 с.
51. Объяснительная записка к карте геологического районирования с характеристикой инженерно-геологических условий для целей мелиорации

земель масштаба 1:500 000. «Мелиоративно-гидрогеологические и инженерно-геологические условия Кемеровской области», Угланов И.Н., Карабанов Н.В., г. Новосибирск, 1974 г, 164 с.

52. Ольховатенко В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузбасса. Томск. Издательство ТГАСУ 2014 г., 150с.

53. Строкова Л.А., Ольховатенко В.Е., Леонова А.В. Опасные геологические процессы на территории г. Кемерово. Томск: Изд-во ТПУ, 2014. - с.320-323.

54. Тектоническая схема Кузнецкого прогиба (сост. Г. Н. Черкасов) М.: Объединение «Аэро-геология», 1982. Масштаб 1:300 000.

55. Уткин В.И. Радон и проблема тектонических землетрясений. Уральский государственный профессионально-педагогический университет. Екатеринбург, 2000.

56. Уткин, В.И. Радоновая проблема в экологии. Уральский государственный профессионально-педагогический университет, 2000.

Электронные ресурсы

57. Инертные газы: история открытия, свойства, применение. – Режим доступа: <http://uz.denemetr.com>.

58. Официальный сайт компании ООО «Геотехника». – Режим доступа: <http://www.geo42.ru>.

59. Радон. История открытия. Свойства. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.

60. Радон 222, его влияние на человека. – Режим доступа: <http://mirznanii.com>.

61. «Справка «ArcGIS версия 10.2.2». – Режим доступа: <http://resources.arcgis.com>.

62. Схема районов г. Кемерово. – Режим доступа: <http://kem.brekom.ru>.

Раздел 1

Литературный обзор

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM51	Верховых Ю. А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л. А.	К. Г.-М. Н., доцент		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И. А.	Д. фил. н., доцент		

Томск – 2017 г.

LITERATURE REVIEW

The history of radon began in the 15th-16th centuries with the fact that the high mortality of Austrian miners was noticed from the mysterious "mountain sickness" in the mining of lead ores. In the area of Jachymov (Czech Republic) ore was mined at the surface or shallow underground and near Schonberg (eastern Germany) ore mined in deep mines, depth reaches 400 meters, later it revealed that it was uranium. **Becquerel** discovered the phenomenon of radioactivity with uranite.

In 1899 **Pierre** and **Maria Curie** discovered that the gas that is in contact with radium remains radioactive for a month. Later, **Ernest Rutherford** and **Robert Owens** noted that the radioactivity of thorium preparations fluctuates with time lighter. Further, Rutherford explained this by the fact that thorium emits, in addition to α particles, a certain unknown substance, so that the air around the thorium preparations gradually becomes radioactive.

This substance he proposed to call the emanation (outflow, radiation) of thorium and give him the symbol Em. Subsequent observations of Rutherford in 1901 showed that radium preparations also emit an emanation that possesses radioactive properties and behaves like an inert gas, but in this work he noted the priority of the Curie couple in the discovery of the emanation. In 1903, the French chemist **Andre-Louis Debearn** discovered a short-lived emanation of actinium.

Thus, the emanation of thorium was called thoron, emanation of radium – radon, actinium – actinone. It was proved that all emanations are in fact radionuclides of a new element - an inert gas to which atomic number 86 corresponds. For the first time it was isolated in pure form and its density was measured by **William Ramsay** and **Robert Whitlow Gray** in 1908, they also offered to name the gas niton. In 1923, the gas was finally named radon, and the Em symbol was changed to Rn.

The merit of the discovery of radon as a chemical element is also often attributed to the German chemist **Friedrich Dorn**. Priority issues in the discovery of radon are considered in the work of James and Virginia Marshall [8], where it

was shown that Rutherford should be considered the first discoverer of radon as a chemical element.

In 1900, Dorn discovered the ^{222}Rn radon isotope with a half-life of 3,823 days and published an article about this, referring to Rutherford's earlier work. Rutherford, first with Owens, and then one in 1899 worked with another isotope ^{220}Rn (thoron), whose half-life is about 55.6 seconds. Rutherford did not know about the works of the German, since he published his work in a German magazine with a small print run. Dorn was not at all interested in radioactivity. And only in 1902 Rutherford and Soddy experimentally proved that emanation is an isotope of radon. They managed to cool it and turn it into liquid with the help of a new physical unit at McGill University and published articles.

Subsequently, for the years that have passed since the discovery of radon, its main constants have not been clarified and revised. This testifies to the high experimental skill of those who defined them for the first time. The boiling point (or the transition to the liquid state from the gaseous state) was determined, minus 62°C .

Regarding domestic research in the field of radon research in particular, the Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences, **Boris Nikitin**, at Radium Institute received and studied the first complex compounds of radon - with water, phenol and some other substances.

The fundamentals of the application of natural and technogenic radioactive isotopes to solve geological and ecological problems are laid down in the works of many leading researchers: V. Khlopin; I. Starik; V. Spitsyn; V. Baranova; V. Cherdyntseva; A. Tugarinova; J. Israel; A. Krivokhatsky; Yu. Shukolyukova; V. Shashkina; G. Voitkevich; A. Ereemeeva; V. Melkova; V. Malysheva; A. Yakubovich; P.I. Chalova; V. Zvereva; K. Ivanova; V. Kuptsova; N. Syromyatnikova; R. Aleksahina; N. Titaeva; F. Pavlotsky; S. Vakulovsky; B. Myasoedov; L. Rikhvanov and many others.

Vitaly Khlopin is a Russian and Soviet radiochemist, one of the founders of Soviet radiochemistry and the radium industry. He received the first domestic

radium preparations, one of the founders of the Radium Institute and leading participants in the atomic project, the founder of the school of Soviet radiochemists.

He established the law of distribution of the microcomponent between the solid and liquid phases, proposed a method for determining the composition of unstable chemical compounds by studying the conditions of co-crystallization, studied the conditions for the migration of radioactive elements in the earth's crust, and developed a method for determining the absolute age of rocks based on radioactive data. He discovered and investigated radium-containing waters and studied the abundance of helium and argon in natural gases, boron in natural waters.

The most significant works:

- Development of radioactive research in the USSR for 15 years
- Radium and radioactivity
- Chemistry of radioelements
- Geochemistry of noble gases and radioactivity

Joseph Starik studied the colloidal state of radioactive elements in connection with their adsorption properties, the questions of determining the geological age by radioactive methods, the study of the conditions for the migration of radioactive elements, and the development of methods for radiochemical analysis.

- Nuclear Geochronology
- Fundamentals of Radiochemistry

Proceedings of **Victor Spitsyn** played a great role in the development of chemical sciences and technologies in the chemistry of complex compounds, uranium and a number of transuranium elements, problems of radiation chemistry:

- Methods of working with the use of radioactive indicators
- Physico-chemical properties of radioactive solids
- Artificial radionuclides in the marine environment

Viktor Cherdyntsev is a Soviet physicist and geochemist, doctor of physical and mathematical sciences, a pupil of V. Khlopin. He wrote the main works in the field of the geochemistry of isotopes, nuclear geophysics and radiogeology. He first substantiated the origin of heavy chemical elements in massive stars. He substantiated the significance of radioactive and radiogenic isotopes (^4He , ^{40}Ar) in studying the upper mantle of the Earth.

- The prevalence of chemical elements;
- Uranium-234;
- Nuclear volcanology;

In 1954, together with his students, **Pavel Chalov** discovered the effect of the natural separation of uranium isotopes ^{234}U and ^{238}U (the Cherdyntsev-Chalov effect).

So, in particular Chalov has the following works in the field of radioecology:

- On the mechanism of formation of nonequilibrium relationships between natural radioactive isotopes in uranium and thorium containing natural compounds. 1969.

- Use of non-equilibrium uranium for the indication of natural and man-made processes

- Isotope fractionation of natural uranium.
- Modeling of radiation disturbances produced by recoil atoms in natural crystals, to estimate the natural separation of even uranium isotopes
- On the spatial correlation of the anomalous excess of uranium-234 in groundwater and mercury-antimony mineralization of the telethermal type.

Alexey Tugarinov Soviet geologist-geochemist, specialist in rare and radioactive elements

- Uranium in metasomatic processes,
- Main features of uranium geochemistry;

Yuri Shukolyukov's works are devoted to the geochemistry of isotopes, where he first discovered and investigated isotope anomalies caused by natural nuclear processes in radioactive minerals; Predicted a new type of radioactivity - a

highly asymmetric spontaneous decay of nuclei, confirmed by later experimental studies; Carried out extensive research on the geochemistry of noble gas isotopes.

His most significant publications on the radioactivity of uranium and its daughter products are:

- Fission of uranium nuclei in nature.
- Products of uranium fission on the Earth.
- Graphical methods of isotope geology.
- Geochemistry and cosmochemistry of noble gas isotopes.

Viktor Shashkin

- Testing of radioactive ores by gamma radiation.

Georgy Voitkevich is a geologist, geochemist, and doctor of geological and mineralogical sciences, professor.

- Radio geology and its importance in the knowledge of the history of the Earth.
- Problems of radio geology,
- Radioactivity in the history of the Earth.

Alexander Eremeev headed the sector of geophysical methods of prospecting and exploration of deposits, he together with his colleagues worked out the scientific and methodological foundations and the technical and technological complex for deep prospecting of uranium deposits. He revised previously existing theoretical ideas about the search and evaluation criteria and attributes of radioactive ore deposits. The most important part of these studies was the allocation and ranking of the importance of specific search and evaluation parameters for the most important industrial types of uranium ore objects, which formed the basis for a new technology for discovering deposits in enclosed areas. The introduction of this methodology into practical activity gave a powerful impetus to the development of in-depth searches, as a result of which a whole series of new large uranium objects was revealed.

Vyacheslav Melkov is a scientist-geologist, mineralogist, specialist in uranium mineralogy.

He discovered, studied and synthesized a number of rare metal minerals, developed new methods for their detection and diagnostics, identified geological, physico-chemical conditions and regularities in the formation of these minerals in various conditions, including hypergenic ones, proposed new principles for forecasting rare metal deposits, discovered deposits of previously unknown Types.

- Searches for uranium deposits

Alexander Yakubovich was the chief scientific worker in the field of nuclear-physical methods of elemental analysis of rocks.

In 1947, he created the first device for aerial searches of radioactive ore deposits from an aircraft.

- Nuclear physics methods of rock analysis

Rudolph Aleksakhin is one of the leading radioecologists in the world. All his scientific work is connected with the history of the development of modern radioecology. He is one of the founders of Russian forest radioecology, radioecology of irrigated agriculture, a recognized expert in the field of ensuring the environmental safety of nuclear power. Aleksahinym R.M. Ecocentric principles of radiation protection of the natural environment have been developed, and a concept of radioecological equivalence has been developed for handling long-lived high-level waste in nuclear power production on fast reactors and closing the nuclear fuel cycle.

- Radioactive contamination of soil and plants.
- Modern problems of radiobiology.
- Nuclear energy and the biosphere

Natalia Titaeva her work "Nuclear Geochemistry", which outlines the main issues related to the finding and behavior of various types of radionuclides of natural and anthropogenic origin in terrestrial matter and addresses the issues of geochronology. Principles of radionuclide measurement are given. Questions are also devoted to the physical and physicochemical features of radionuclides.

Fanny Pavlotskaya worked on the problem of "Radioactivity of the external environment" at the junction of the sciences of radiochemistry, geochemistry and

soil science, in the course of the work a new scientific direction was developed-the geochemistry of artificial radionuclides and studies on radioecology. F. Pavlotsky developed methods of analysis, the methodology of complex studies, the study of the forms of finding and patterns of migration of artificial radionuclides in terrestrial ecosystems.

- Migration of radioactive products of global fallout in soils.
- Forms of location and migration of radioactive products of global fallout in soils.
- On the question of studying the forms of arrival of some fission products on the earth's surface
- Radiochemical analysis.

Sergei Vakulovsky is a Soviet and Russian geophysicist, ecologist; Specialist in radioactive contamination of the USSR and Russia. Together with Katrich I., Krasnopevtsev Yu., Nikitin A., Tertyshnik E., Chumichov V., Shkuro V., Davydov E., worked on the problem of radioactivity of the seas and oceans:

- Pollution of the Atlantic Ocean and its seas with radioactive products
- Apparatus-methodological complex for monitoring radioactive contamination of seas and oceans
- Radioactive pollution of the Baltic Sea in 1980
- On the penetration of radioactive industrial-polluted waters of the North Sea into the central regions of the Baltic Sea

Boris Myasoedov is a Russian scientist, doctor of chemical sciences, specialist in radiochemistry, analytical chemistry of radioactive elements and radioecology.

The main scientific works by B. Myasoedov belong to the field of radiochemistry, analytical chemistry of radioactive elements and radiation ecology. His achievements in the study of the chemical properties of actinides, the development of methods for their isolation, concentration and separation, in the creation of means for monitoring the behavior of radionuclides in the biosphere

- Analytical chemistry of transplutonium elements.

- Chemical sensors.
- The main stages in the development of radiochemical studies.
- Radioactive pollution of the environment and the possibilities of modern radiochemistry in the field of monitoring. Issues of radiation safety.

Alexander Bakhur in his thesis "Scientific and methodological fundamentals of radioecological assessment of the geological environment" for the degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. During the research of which, the following tasks were solved:

- The standardized complex has developed universal highly sensitive methods for the determination of a wide range of natural and technogenic radionuclides in natural objects, which is the basis for solving the problems of radioecology, geology, technology, radiation monitoring of the geological environment, quality control and certification of mineral raw materials, which increases the accuracy, reliability and informativeness of research.

- The scientific and methodological basis creates a radiation control of natural waters, implemented on a scale of the Russian Federation and includes: substantiation of the priority list of highly toxic radionuclides and radiation parameters, an optimized control scheme, instrumentation and metrological support.

- Regularities of migration of technogenic and natural radionuclides, their forms of location and features of isotope ratios have been established, which have made it possible to create scientific and methodological bases for identifying sources of pollution, determining their potential hazard and predicting changes in the radioecological situation.

- The regularities of the formation of anomalous radioisotope halos in underground waters and soil horizons on uranium objects of various genesis have been theoretically substantiated and experimentally confirmed; scientific and methodological foundations for identifying hidden uranium mineralization sites and differentiation of radioactive anomalies have been created, which make it

possible to increase the efficiency of geological exploration, to minimize and predict radioecological consequences of exploration And development of deposits.

Vladimir Utkin is a Soviet and Russian geophysicist. His scientific research included:

- nuclear-physical methods for studying rocks and ores;
- distribution of clark contents of natural radioactive (uranium, thorium, potassium) and rock-forming elements in the ore zones and metasomatic altered rocks of the Urals;
- spatial distribution of the field of radiogenic gases and heat flux in the Urals and adjacent territories;
- processes of transport and redistribution of radioactive contamination;
- residual phenomena in areas of underground nuclear explosions;
- the release of radon from the rock massif with a change in their stress state.

His individual works:

- Gas breathing of the Earth. Radon and the problem of tectonic earthquakes
- Radon problem in ecology
- Spatial-temporal monitoring of radon - the basis of the medium-term earthquake forecast

Anatoly Yurkov is a senior researcher at the Institute of Geophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences. He graduated from the Sverdlovsk Mining Institute, specializing in geophysics engineer. The main works are devoted to the study of the fields of radiogenic gases within the Urals and the relationship between the concentration of these gases and the features of the geological structure of the Urals.

Utkin, together with Yurkov, proposed a model for the exhalation of radon under conditions of compression or expansion of a fractured porous medium equivalent to rocks. Examples are given that confirm this model for the conditions of preparation of mountain impacts in deep mines and tectonic earthquakes of various geneses.

Collaboration:

- Radon behavior in the preparation of geodynamic processes
- Radon as a "deterministic" indicator of natural and anthropogenic processes
- Radon as an indicator of geodynamic processes
- Radon and the problem of tectonic earthquakes
- Radon problem in ecology
- Organization of control over geodynamic changes in the North Caucasus based on temperature and radon monitoring.
- Change in radon concentration due to mountain impacts in deep mines
- Methodological issues of measuring the content of radon-222 in soil air at monitoring observations

Renat Upkin the current state of the issue of radon registration and physical methods of measuring its activity in soil, water and air.

The paper considers the problems of radon registration in urban conditions. The main ways of entering radon into the premises, the dependence of its concentration on the natural conditions of the investigated area are analyzed. The concrete results of measurements of radon activity in water sources

Regarding the issues of the radon hazard of the territories and the geological conditions determining the formation of the radiation situation, **Galina Stas** together with **Mpeko Nsendo Ardy** examined the territories of the Moscow brown coal basin, known for the accumulation of uranium, radium and radon, as well as radon dangerous territories of Russia, where several high-risk areas were identified. Located in a variety of geological structures.

Later, G. Stas, co-authored with N. Kachurin and A. Pozdeev, published the following works:

- Forecast of radon release into mining of coal mines
- Radon emissions into the atmosphere of mine workings of coal mines
- Radon in an atmosphere of coal mines

The greatest contribution to the studies of the radon hazard of the Russian territories was made by **Oleg Agayev**, who proposed several criteria that allow the territories to be classified as potentially dangerous for radon concentration in soil, water and air:

1. Regions that contain deposits and uranium ore occurrences are classified as dangerous to the territories, but there are no abnormal concentrations of radon in the near-surface layer of the soil;

2. Regions in which there is a slight development of rocks containing uranium, or they do not reach the surface of the day, are referred to dangerous areas as radon;

3. Non-hazardous areas include those regions where uranium deposits are unknown or their ore occurrences are blocked by sediments.

Olga Seredkina in her work "GIS-technology in studying the distribution of radon in the territory of the city of Irkutsk", for the first time a detailed survey of buildings and structures of Irkutsk on the maintenance of radon on the first floors and in the basement. As a result of the survey, a digital model of the radon field of Irkutsk territory was created, reflecting the real situation of radon danger in the city. Comprehensive electronic radon hazard maps were drawn up at points in basements to assess the actual distribution of radon on the daily surface of Irkutsk territory.

With regard to the territory of the Kemerovo region, from 1999 to 2005 **Natalia Sorokina** conducted studies, during which a multifactor formation of the dose of radioactive exposure was identified. She was told that by the magnitude of the deviation from the main maximum relative to the regional background content of radon in the city of Jurga, its concentration was doubled. In the Kemerovo region, about 3000 measurements were carried out and it was revealed that in a number of cases a superfon load of up to 0.1 is observed.

PROPERTIES OF RADON

Radon (^{222}Rn) - is a radioactive gas of natural origin, has no color, smell and taste, is readily soluble in water. It is the product of the radioactive decay of the chain, the founder of which is uranium-238.

Radon Rn - 86 element of the periodic system of Mendeleev, gas without color and odor from monatomic molecules, radioactive; chemically, almost neutral (noble gas), 7.5 times heavier than air. There are three naturally occurring radioactive isotopes of radon belonging to the radioactive families of uranium, thorium, and actinium, radon, thoron and actinone (^{222}Rn , ^{220}Rn and ^{219}Rn) with half-lives of about 3.8 days, 55 seconds, and 3.9 seconds, respectively. Of these, only the first two have a hygienic value and are of primary interest from the point of view of radiation safety.

Radon, together with all the daughter products of decay, is responsible for approximately 3/4 of the annual individual effective radiation dose received by the population from terrestrial radiation sources, and about half that dose from all natural radiation sources according to UNSCEAR to the United Nations

Radon-219 (actinon) can act only in specific cases involving the contamination of the room with products of processing of uranium raw materials containing selectively extracted radionuclides of the actinuranium series ^{227}Ac and ^{231}Ra .

Radon-222 is 20 times more common in nature than radon-220, and the content of actinone in nature is insignificant, since the ratio of uranium-238 and uranium-235 in the deposits is 0.00725. Therefore, when speaking about radon, we mean, first of all, radon-222.

The radon density at 0°C is $9.81\text{kg} / \text{m}^3$, it is almost 8 times greater than the air density, and that is why radon accumulates in cellars, mine workings, caves, tunnels, deep pits, etc. Also, radon is easily mobile and air flows can be carried over long distances. It is also relatively soluble in water and mixed with groundwater and surface water.

BIBLIOGRAPHY:

1. Rutherford, E. «A radioactive substance emitted from thorium compounds», 1900.
2. E. Rutherford, H.T. Brooks «The new gas from radium», 1901.
3. E. Rutherford, R. B. Owens. «Thorium and uranium radiation», 1899.
4. Charles Richard Cothorn, James E Smith. «Environmental radon» 1987.
5. James L. Marshall and Virginia R. Marshall. «Ernest Rutherford, the «true discoverer» of radon», 1983.
6. Toxological profile for radon, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Public Health Service, In collaboration with U.S. Environmental Protection Agency, December 1990.
7. M. Tirmarche, J. D. Harrison, D. Laurier, F. Paquet, E. Blanchardon ICRP Publication 115. Lung cancer risk from radon and progeny and statement on radon, 2010.
8. King Chi-Yu. Episodic radon changes in subsurface soil gas along active faults and possible relation to earthquakes, 1980.
9. Natural Radiation Environment. Proc. of the Intern, sump. Hauston, 1978.
10. W. V. Nazaroff and A. V. Nero. Radon and its decay products in indoor air, 1988.
11. Postendorfer J., Wicke A., Schraub A. The influence of exhalation, ventilation and deposition processes upon the concentration of radon (^{222}Rn) and thoron (^{220}Rn) and their decay products in room air, 1978.
12. Vasilyev A.V., Zhukovsky M.V. Determination of mechanisms and parameters which affect radon entry into a room. 2013.
13. S. Darby, D. Hill, R. Doll «Radon: A likely carcinogen at all exposures», 2001.

14. Utkin V.I., Kozlova I.A., Yurkov A.K., Pushan Kumar Dutta, Mishra O.P., Naskar M.K. Radon monitoring as a possible indicator of tectonic events. Earth Sciences and Geography, 2012.
15. Utkin V.I., Yurkov A.K., Radon as a "deterministic" indicator of natural and technogenic geodynamic processes, Reports of the Russian Academy of Sciences, 2009.
16. A. G. Sykes. Recent Advances in Noble-Gas Chemistry, 2011.