

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки Ядерные физика и технологии
Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
Исследование сезонной и пространственной динамики гамма-фона в г.Томск	

УДК 539.16.08:577.346:574(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM74	А.М. Курбанов		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ	Яковлева В. С.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Е. В.	к.филос.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ	Гоголева Т. С.	к.ф.-м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии радиационной безопасности	Веригин Д. А.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов в профессиональной деятельности.
P2	Ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов.
P3	Создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и живой материей, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, процессы и механизмы переноса радиоактивности в окружающей среде.
P4	Разрабатывать новые алгоритмы и методы: расчета современных физических установок и устройств; исследования изотопных технологий и материалов; измерения характеристик полей ионизирующих излучений; оценки количественных характеристик ядерных материалов; измерения радиоактивности объектов окружающей среды; исследований в радиоэкологии, медицинской физике и ядерной медицине.
P5	Оценивать перспективы развития ядерной отрасли, медицины, анализировать радиационные риски и сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать меры по снижению рисков и обеспечению ядерной и радиационной безопасности руководствуясь законами и нормативными документами, составлять экспертное заключение.
P6	Проектировать и организовывать инновационный бизнес, разрабатывать и внедрять новые виды продукции и технологий, формировать эффективную стратегию и активную политику риск-менеджмента на предприятии, применять методы оценки качества и результативности труда персонала, применять знание основных положений патентного законодательства и авторского права Российской Федерации.
Общекультурные компетенции	
P7	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки (специальность) Ядерные физика и технологии

Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) _____
(Дата) Веригин Д. А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
0AM74	Курбанову Аскару Мухамедрахимовичу

Тема работы:

Исследование сезонной и пространственной динамики гамма-фона в г.Томск	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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.).

Результатом исследования является методика измерения амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения и данные собранные на основе данного метода в г.Томск.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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</i>	1. Обзор литературы по теме исследования. 2. Методы измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма излучения. 3. Сбор данных в разных частях г. Томск. 4. Анализ полученных данных. 5. Изучение сезонной и пространственной динамики
<i>дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	6. динамики амбиентного эквивалента дозы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Принципиальная схема детектора ДРБП-03
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е. В.
Социальная ответственность	Гоголева Т. С.
Иностранный язык	Шайкина О. И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Обзор литературы	
2. Экспериментальная часть	
3. Анализ результатов. Заключение	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ	Яковлева В. С.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM74	Курбанов Аскар Мухамедрахимович		

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки (специальность) Ядерные физика и технологии
Уровень образования Магистратура
Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла
Период выполнения (весенний семестр 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2019	Обзор литературы по теме исследования	
01.04.2019	Методы измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения	
25.04.2019	Экспериментальная часть	
05.05.2019	Анализ данных полученных в г.Томск	
15.05.2019	Заключение	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ	Яковлева В. С.	д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии радиационной безопасности	Веригин Д. А.	к.ф.-м.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM74	Курбанову Аскару Мухамедрахимовичу

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты НТИ – 331 руб. Затраты по заработной плате исполнителей темы – 81588 руб. Отчисления во внебюджетные фонды – 24321 руб. Накладные расходы – 375 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф на промышленную электроэнергию – 5,8 руб. за 1 кВт·ч Районный коэффициент города Томска – 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Размер страховых взносов – 30% Пониженная ставка – 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Иерархическая структура работ
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ 2. Оценка конкурентоспособности технических решений 3. Матрица SWOT 4. График проведения и бюджет НТИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ 6. Потенциальные риски
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Е. В.	к.филос.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ74	Курбанов Аскар Мухамедрахимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0AM74	Курбанову Аскар Мухамедрахимовичу

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны)	- вредных проявлений факторов производственной среды (вредные вещества, освещение, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующее излучение); - опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	- требования охраны труда при работе на ПЭВМ - электробезопасность; - пожаровзрывобезопасность.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	- электробезопасность (причины, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ	Гоголева Т. С.	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM74	Курбанов Аскар Мухамедрахимович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 96 с., 20 рис., 19 табл., 43 источник, 1 приложение.

Ключевые слова: Амбиентный эквивалент дозы, гамма-фон, ДРБП-03, ионизирующее излучение, радиоактивность.

Актуальность: Исследование малых доз радиации в последнее десятилетие приобрело особое значение в вопросах оценки влияния техносферы на население. Результаты работы помогут выявить существование зон с повышенным гамма-фоном, нежелательных для длительного пребывания. Исследование сезонных особенностей поможет оценить диапазон изменения дозовых нагрузок на население на годовом интервале, а также установить степень комфорта отдельных зон длительного пребывания в радиационном плане.

Объектом исследования является изменения амбиентного эквивалента дозы в городе Томск.

Цель работы: Анализ сезонной и пространственной динамики гамма-фона в городе Томск.

Задачи:

- 1) Обзор литературы по сезонной и пространственной динамике гамма фона
- 2) Изучение метода измерений амбиентного эквивалента доз
- 3) Проведение измерений амбиентного эквивалента дозы в городе Томск
- 4) Анализ полученных результатов

В процессе исследования проводилось измерения амбиентного эквивалента доз в 6 разных точках в период с сентября по май, данные точки находятся в разных условиях как экологических, так и техногенных.

Результатом исследования является графики построенные в период с сентября по май с разными характеристиками дворов как с стороны

примененных материалов домов так и их местоположение относительно заводов и фабрик.

Степень внедрения: высокая; проект может использоваться в настоящее время для продолжения дальнейших исследований.

Область применения: медицинские исследования, экология, метеорология, ядерная медицина, защита от ИИ на РОО.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

Оглавление

РЕФЕРАТ.....	10
Введение.....	15
1 Теоретическая часть.....	17
1.1 Естественная радиоактивность.....	17
1.2 ИЗМЕНЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	19
1.3 Особенности динамики радиационного γ -фона.....	23
2 Практическая часть.....	28
2.1 Методы и объекты исследования.....	28
ДРБП-03.....	31
2.2 Экспериментальная часть.....	34
2.4 Вывод.....	45
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	48
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	48
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	49
3.3. SWOT-анализ.....	50
3.4. Планирование ВКР.....	52
3.6. План проекта.....	54
3.7 Определение плановой себестоимости проведения ВКР.....	57
3.8. Затраты на спецоборудование для научных работ.....	58
Оплата работ, выполняемых сторонними организациями.....	63
3.13. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	63
3.14. Реестр рисков проекта.....	64
3.15. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	65
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	68
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	68
4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ.....	70
4.2.1 Организационные мероприятия.....	70
4.3 Технические мероприятия.....	70

4.4 Условия безопасной работы.....	73
4.6 Электробезопасность.....	75
4.6 Пожарная и взрывная безопасность.....	76
Заключение.....	79
Список литературы.....	80

Введение

Человек подвергается воздействию ионизирующего излучения спонтанно излучаемого естественными радионуклидами, такими как ^{238}U и ^{232}Th с момента существования на Земле. Раньше гамма-фон считался только от природных источников но в последнее время, когда рост ядерной энергия создала другие источники воздействия, как выпадение из испытаний оружия, радиоактивные выбросы из ядерного реактора операции и несчастные случаи, хранилища радиоактивных отходов и промышленных, медицинское и сельскохозяйственное использование радиоизотопов. Тем не менее, основной вклад в среднегодовое фоновое излучение возникает из природных источников. Излучение гамма-фона из природных источников обусловлены:

- (а)внешним источник внеземного происхождения (космический лучи),
- (б)источник земного происхождения (радиоактивные нуклиды, присутствующие в коре, атмосфере и в строительстве материалы),
- (с)внутреннее облучение радионуклидами, попадающими в организм через проглатывание пищевых материалов и т. д.,
- (d)ингаляционные воздействия в помещении из-за радона (^{222}Rn), торон (^{220}Rn) и их дочери.

Некоторые из этих воздействий постоянны и едины для всех людей по всему миру, в то время как другие меняются в зависимости от местоположения и из-за повышенные уровни естественных радиоактивные веществ. Все воздействия, кроме тех, что из прямое космическое излучение производится радиоактивность природных радионуклидов присутствует в окружающей среде [1, 2].

Изменения окружающей среды и климата во многих регионах планеты, включая территорию Сибири, остаются недостаточно изученными как для прогноза вектора наблюдаемых изменений, так и для обоснованной оценки роли природных и техногенных факторов. В полной мере это относится к естественному радиоактивному фону на территории Западной Сибири.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Естественная радиоактивность

Естественная радиоактивность присутствует в земной коре, принадлежит неразрабатываемым и измененным источникам. Неразрабатываемые источники являются космогенными или исконные (земные) и существовали на земле с незапамятных времен. Измененный (Модифицированный) источники из таких видов деятельности, как уран добыча, использование ископаемого топлива, производство удобрений или естественные радиоактивные материалы, используемые для строительства зданий. Последние известны как технологически улучшенные природные радиоактивные материалы. Источники искусственного излучения включают операция ядерного топливного цикла, ядерное оружие испытания, медицинские и промышленные применения радионуклиды. Степень воздействия этих источники зависят от рода занятий, типа жилища, местонахождение жилья, стиль жизни и уровень медицинской помощи, которую вы получаете. Воздействия из-за естественного излучения имеют особое значение, потому что это объясняет за самый большой вклад (почти 53%) в общую коллективную дозу облучения на население мира [3].

Основной вклад в дозу получаемую человеком возникает при вдыхании ^{222}Rn , ^{220}Rn и их недолговечных производных. ^{222}Rn и ^{220}Rn вездесущи, и производятся в процессе распада ^{238}U и ^{232}Th . Будучи инертными газами, они уходят в атмосферу путем диффузии и адвекция. Они исходят из почвы и из стен зданий. Относительное постоянное воздействие на население в определенном месте является экспозиционная доза.

Неразрабатываемые источники состоят в основном из космических лучей, излучение состоит из протонов (85%), альфа частицы (14%) и около 1% от ядер с атомным номером от 4 до 26. Эти частицы имеют большое проникающие действие, а так же, большую энергию. Затухание в атмосфере уменьшает поток

космических лучей на поверхности Земли. Результатом этого воздействия космических лучей становится удвоение фона на каждые 1500 метров над поверхностью земли. Космические лучи являются доминирующим источником ионизации в атмосфере от высоты 70 км до около 1 км. Ниже этого уровня ионизация производится космическими лучами сопоставимыми с таковыми в воздухе и земной радиоактивностью. На уровне моря почти 80% ионизации вызвано естественной радиоактивностью, главным образом выброс альфа-частиц.

Космические лучи способствуют главным образом, к внешнему воздействию. Затухание космических лучей также вызваны построенными зданиями, что приводит к уменьшению до 20% в космических лучей в помещении. Большое количество радионуклидов получают путем излучения космических лучей путем взаимодействия тяжелых, заряженные частиц, поступающие из космоса, с атмосферой, которые способствуют естественному облучению. Некоторые космогенные нуклиды, такие как ^3H , ^7Be , ^{14}C и ^{22}Na , которые способствуют в основном внутреннему облучению через вдыхание. Концентрация нескольких космогенных радионуклидов в различных экологических матрицах вместе с их годовым потреблением и итоговым средним эффективная доза для человека представлена [9, 10].

Излучения от широко распространенных радиоактивных веществ в породах и почве, в первую очередь из ^{238}U и ^{232}Th серии, а от ^{40}K тоже способствуют ионизации в воздухе, в основном бета и гамма-излучение. В общем, индивидуальный годовые эффективные дозы от космических лучей излучения во всем мире колеблется в пределах от 0,26 до 2,00 мЗв / год со средним значением 0,380 мЗв / год. Средняя эффективная доза от излучения космических лучей в Индии оценивается около 0,355 мЗв / год [11]. Так как мощность дозы от космического излучения возрастает с увеличением высоты, для такой территории как Гульмарг в Индии, годовая эффективная доза для жителей составляет около 830 мкЗв / год [12].

Радионуклиды существуют в земной коре, так как они были сформированы еще при возникновении Земли. Они являются изотопами тяжелых элементов. Основные первичные нуклиды ^{40}K и ^{87}Rb и изотопы ^{238}U и ^{232}Th . ^{40}K - это всего лишь 0,0118% натурального калия, который широко распространен и важен.

Естественное излучение в окружающей среде также вызвано изотопами ^{238}U и ^{232}Th и их долгоживущими цепями распада, а также на ^{40}K , присутствующих в скалах и почве и вызывает внешнее воздействие. Уровни земного излучения различаются от места к месту в количестве концентрации этих нуклидов в земной коре. В Индии, регионах Махараштра и Южный Гуджарат покрыты базальтовой лавой Декан, как находятся, имеют низкую радиоактивность. Гангетический аллювиальный районы, охватывающие части штата Уттар-Прадеш, Бихар и Западная Бенгалия имеют более высокую природную радиоактивность, в то время как гранитная область Андхра-Прадеш показывает более высокие уровни изначальной радиоактивности [14]. Имеется в виду внешняя мощность дозы из природных источников и высокие фоновые регионы, такие как Кералы и Тамил Наду, где содержание ^{232}Th высоко в монацитовый песок, по оценкам, имеет высокое значение 4,0 мЗв / год, а в некоторых местах вдоль прибрежных полос, годовая внешняя доза превышает даже 32,5 мЗв / год.

Дома, которые сделаны из цемента и кирпича материалы, которые содержат натуральную радиоактивность из-за урана, тория и калия. Гамма излучение, возникающее от стен, полов и потолков, и радон и торон являются основными источниками радиационного облучения. Особенно в закрытых помещениях радон является фактор, вносящий значительную дозу.

1.2 Измененные природные источники

Ископаемое топливо содержит большое количество космогенных радионуклидов и большое количество первичных радионуклидов ^{226}Ra , ^{224}Ra и ^{40}K попадают в окружающую среду из-за сжигания этого топлива и

являются причиной изменения естественной дозы облучения населения. Среди ископаемого топлива уголь содержит большое количество радионуклидов и сжигание угля производит у выбросу большого количества частиц в атмосферу. Масса летучей золы меньше, как и следовало ожидать, содержит больше радиоактивных веществ чем сам уголь.

Основной путь для облучения от угольной электростанции это растительная пища и вдыхание. Расчетная годовая доза на душу населения из-за работы ТЭЦ с использованием угля в качестве топлива быть около 10-4мЗв / год. Другие аналогичные модифицированные источники излучения включают добычу тяжелых металлов (например, свинец, цинк, медь, марганец и золото), добыча фосфоритов и их использование в потребительских товарах.

Мировая атомная промышленность огромна 430 действующих ядерных реакторов, имеющих в эксплуатации более 8000 реакторных лет работы, произвело только одну серьезную аварию с не очень большим количеством причинно-следственных связей сразу или даже через много лет после аварии. Среднее время, производство и потребление ископаемого топлива дает постоянный поток несчастных случаев и болезней, в дополнение к парниковым газам. Согласно отчету ВОЗ, около трех миллионов человек умирают, каждый год из-за загрязнения воздуха от глобальной энергетики в производственной системе преобладает ископаемое топливо. Таблица 1 дает сравнение между отходами от ядерного реактора и угольная теплоэлектростанция 1000 МВт (е) мощность каждого [21]. Расчетная доза на душу населения в Индии население из этих модифицированных источников излучение. Общий вклад от этих получается $1,24 \times 10^{-3}$ мЗв / год.

Таблица 1- Сравнение отходов от ядерного реактора и теплоэлектростанций, работающих на угле, мощностью 1000 МВт.

Теплоэлектростанция	Зола 320 000 тонн; CO ₂ : 6,5 млн. Тонн SO ₂ : 44 000 тонн: NO ₂ : 22 000 тонн
Атомная электростанция	Высокоактивные отходы: 27 тонн

	отработанного топлива или 3 куб. М после переработки и остекловывание Средний уровень: 310 тонн; Низкий уровень: 460 тонн
--	---

Другие искусственные источники излучения эти воздействия включают выпадения осадков после испытаний оружия; эксплуатация атомных электростанций, а также медицинские и промышленные применения радионуклидов. С испытанием Троицы 1945 года, эра испытаний ядерного оружия началась и так же, как глобальное распространение радиоактивного выпадение из этих испытаний. Всего было проведено 543 испытаний атомного оружия, (в том числе 39 испытаний проведенных Соединенными Штатами, 12 проведено Англии 5 и Франции) проводилось в период с 1945 по 1980 давая общий вклад 440 млн. т (включая 189 млн. тонн из-за деления и 251 млн. тонн из-за слияние) всеми странами, обладающими ядерным оружием по всему миру.

Это дает разделить выход деления из-за местных и региональных (29 млн. тонн), тропосфера (16 млн. тонн) и стратосфера (145млн. тонн). Взрывы были проведены на разных местах, как над поверхностью земли, так и с помощью монтажных вышек, размещённых на поверхности океана, подвеска с воздушных шаров, бомбардировка с самолетов и запуск с большой высоты ракетами. В зависимости от места взрыва радиоактивные вещества появились локально, регионально или глобально. При испытаниях на поверхности земли, часть радиоактивных веществ осаждается на место проведения испытаний (локальные осадки) и регионально до нескольких тысяч километров вниз ветер (промежуточные осадки). Во время детонации ядерного оружия довольно большое количество радиоактивных нуклидов выпущены в окружающую среду. Радионуклиды, выпущенные в атмосферу после испытания ядерного

оружия могут достичь населения за пределами испытательной площадки либо попасть напрямую через вдыхание или непосредственно из выпавших на поверхность вызывает воздействие на человека либо внешне или внутренне через пищу. В таблице 2 приведены уровни активности некоторых из радионуклидов, выпавших в атмосферу после ядерного оружия испытания в период с 1945 по 1999 год [3].

Таблица 2- Радионуклиды, выпущенные в атмосферу после испытаний ядерного оружия в атмосфере, проведенных в 1945 году до 1999 года.

Нуклид	Активность ПБк/ год*	Нуклид	Активность ПБк/ год
^{131}I	5300	^{54}Mn	1299
^{140}Ba	9900	^{106}Ru	5890
^{141}Ce	7900	^{125}Sb	540
^{103}Ru	9900	^{55}Fe	907
^{89}Sr	5600	^{90}Sr	612
^{91}Y	7900	^{137}Cs	919
^{95}Zr	9900	^{144}Ce	11494

* Получено из расчетных выходов деления / синтеза ядерных испытаний с атмосферными моделями. Измеренные результаты использовались преимущественно для ^{90}Sr и ^{137}Cs в течение 1958-1985 гг. Значения модели для ^{131}I , ^{144}Ba , ^{103}Ru , ^{89}Sr , ^{91}Y и ^{95}Zr нормализованы к общему отложению в полушарии, оцененному по имеющимся измерениям.

Поскольку большинство ядерных испытаний были проведены в северном полушарии, было установлено, что воздействия радионуклидов выше в этом регион по сравнению с южным полушарием.

Испытаний оружия оценивается примерно в $3,6 \times 10^{17}$ Бк (26) , эквивалентно примерно 250 годам естественного производство. Из-за его

длительного периода полураспада, выпущенные бомбой радионуклиды сохраняются в окружающей среде на протяжении многих тысяч лет. Модель снижения может быть оценена с помощью долгосрочных моделей для биогеохимического круговорота углерода, который разрабатывается в контекст исследований глобального потепления. Среднегодовая глобальная эффективная доза ^{14}C , произведенного в атмосфере ядерными испытаниями были максимальными, 7,7 мЗв в 1964 году и уменьшился на фактор 4 с того времени [3].

Ежегодно капсула поглощенных доз от радиоактивных осадков радионуклиды оцениваются в 0,045 мЗв / год, основанный на 70 лет средней жизни человек. Для радиоактивных осадков вклад от приема пищи найден в быть в 4 раза выше по сравнению с внешним воздействием, в то время как внешнее должно быть меньше, что оказывается в 5 раз больше чем дозы, которые возникают при вдыхании из этих радионуклидов. На основании оценочных данных трития в атмосферу с северного и южного полушария, совершенные эффективные были оценены как 0,051 мЗв /год и 0,014 мЗв / год на севере и южное полушарие соответственно.

1.3 Особенности динамики радиационного γ -фона

Изменение гамма в общем плане является актом с использованием детектора для определения уровня или количества радиоактивности на поверхности или в образце материала. На сегодня есть несколько методов измерений, но самые обычные методы сбора радиационных данных при проведении обследований включают в себя: прямые измерения, сканирование и отбор проб. Мониторинг радиоактивности воздуха широко используется в качестве системы раннего оповещения о ядерных аварийных ситуациях , вытекающие из того, что самый быстрый естественный конвейер радионуклидов - воздух.

Измерения атмосферной радиоактивности в реальном времени для своевременного обнаружения ядерных аварий являются довольно сложной задачей из-за низких концентраций радиоактивности. Некоторые из измерений, таким образом, достигаются за счет использования проб воздуха на линии через этап перемещения фильтр - ленты. Эти измерения могут быть дополнительно использованы для анализа пространственных и временных вариаций естественной радиоактивности и особенно для радона и его короткоживущих продуктов распада. Мониторингом концентрации радионуклидов в нижних слоях воздуха было установлено, что они коррелируют с метеорологическими параметрами, такими как температура воздуха, влажность, скорость воздуха, атмосферного электрического поля и направления воздушного потока. Концентрация радионуклидов в различных объектах окружающей среды (например, почва, вода, воздух) является радиологическим параметром, как правило, определяющийся с помощью полевых измерений и лабораторных анализов. Некоторые радионуклиды или радионуклидные смеси могут потребовать измерения бета и гамма-излучений. В дополнение к оценке каждого обследования блока в целом, любые небольшие участки повышенной активности должны быть идентифицированы, а их масштабы и виды деятельности определены. В связи с многочисленными требованиями детектора, ни один прибор не способен адекватно измерить все параметры или удовлетворить все цели обследования.

Выбор приборов требует оценки места и конкретных радионуклидных параметров и условий. Инструменты должны быть стабильными и надежными в соответствии с экологическими и физическими условиями, где они используются, и их физические характеристики (размер и вес) должны быть совместимы с предполагаемым применением. Прибор и метод измерения должны быть в состоянии определить тип излучения и измерять уровни, которые меньше, чем производный уровень концентрации основного состояния. Многочисленные коммерческие фирмы предлагают широкий спектр инструментов, подходящих для радиационных измерений. Эти фирмы обычно

предоставляют исчерпывающую информацию о возможностях, эксплуатационных характеристиках, ограничениях и т.д. Изучение профильных измерений γ -излучений полей привлекло большое внимание к свойствам радионуклидов и ионизирующих излучений, активно используемых с древних времен для получения новых знаний о динамических процессах в атмосфере и литосфере, а также прогнозирования природных и техногенных опасностей. Ионизирующее излучение (ИИ) и естественная радиоактивность имеют огромное значение в радиоэкологии и радиобиологии, радиационной защите, строительстве и геофизике.

Атмосферное поле ИИ представляют особый интерес в области радиоэкологии и радиобиологии для оценки малых (фоновых) доз населения и воздействия окружающей среды. В связи с этим, исследовательские группы и правительственные структуры осуществляют радиационный мониторинг атмосферы земли. В соответствии с вышесказанным, в Томском политехническом университете (ТПУ) в сотрудничестве с Институтом мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС) было проведено исследование. Получились следующие результаты: а) значительные сезонные колебания в вертикальных полях характеристик распределения β - и γ излучений; б) снижение плотности потока β -излучения и уменьшение γ излучения с увеличением высоты, это происходит в период с весны до осени; в) искажение вертикального профиля в зимний сезон, обратная зависимость β плотности потока и мощности дозы гамма-излучения от расстояния от поверхности земли. Увеличение относительной влажности ранним утром сопровождается заметным снижением до минимального значения во второй половине дня, с последующим увеличением в направлении максимального значения в следующий день. Это явление сопровождается, как и ожидалось, изменением температуры, тенденцией которой является обратной по отношению к изменению влажности. Следовательно, температура снижается до минимального значения в ранние утренние часы, а затем увеличивается до максимума во второй половине дня, с последующим снижением к

минимальному значению в следующий день. Повышение температуры усиливает высвобождение радионуклидов из почвы путем высушивания, но не концентрации радионуклидов в слоях атмосферы вблизи почвы. Это связано с тем, что увеличенный поток воздуха выталкивает радионуклидные частицы в верхние слои атмосферы. Солнечное тепло в дневное время, как правило, вызывают некоторую турбулентность, так что радон более легко транспортируется вверх и в сторону от земли. Было установлено, что атмосферный фон γ -излучения не является постоянным, и его вариации зависят от географического расположения места наблюдения, его высоты измерения над поверхностью Земли, сезона и времени суток. Вариации фона γ -излучения, можно отнести, в частности, к колебаниям атмосферной концентрации радона из-за суточной динамики температуры и атмосферной турбулентности. Это явление можно объяснить следующим образом. Радон, выходящий из почвы в ночное время, остается вблизи поверхности Земли до тех пор, пока воздух холодный, а гамма-излучающие продукты радона и торона увеличивают уровень фона гамма-излучения в приземной атмосфере. Под солнечными лучами в дневное время воздух нагревается, возникает турбулентность, которая приводит к уменьшению концентрации радона на поверхности и, следовательно, фона γ -излучения. Ряд ученых отмечают, что количество осадков (дождь и снег) играет важную роль в вариациях атмосферного гамма-радиационного фона в течение одного дня и вызывает кратковременные резкие увеличения (очередями) определенных характеристик полей γ -излучения на десятки и даже сотни процентов. Это явление получило название «радон вымывания». Это означает, что количество осадков вымывает продукты распада радона и торона из атмосферы на поверхность Земли. Изучение соотношения между интенсивностью осадков и величиной всплесков мощности дозы γ -излучения пока не дало желаемых результатов, т.к. не было найдено значимой корреляции между ними. Тем не менее, недавно в Томском политехническом университете в сотрудничестве с Институтом мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС) было проведено

исследование и в дальнейшем, результаты экспериментальных и теоретических исследований были представлены. Большинство всплесков мощности дозы β -излучения и плотности потока γ -излучения совпадают с периодами осадков. Тем не менее, величина всплесков не всегда коррелирует с интенсивностью осадков. Были проанализированы следующие аспекты: общая продолжительность записанных всплесков, длительность подъемов и спадов всплесков, их форма и зависимость величины на высоте положения детектора. Были найдены результаты моделирования влияния осадков на активность продуктов распада радона на фоне уровней атмосферной бета- и гамма-излучений. В некоторых других связанных с ними исследований были предприняты усилия по изучению изменения естественного роста рентгеновского фона во время осаждения, записанного на станциях космических лучей в Апатитах. Энергию спектров, полученную в процессе роста, сравнивали со спектрами, полученными при ясной погоде, и было установлено, что фактическое увеличение было характерно для потока излучения с экспоненциальным спектром, наложенного на фоновое излучение, имеющее энергетический спектр мощности. В то время как вариации гамма-излучения при ясной погоде зависят только от вариаций интенсивности при сохранении формы спектра. Значение характеристической энергии в экспоненциальном спектре находится в диапазоне 300-500 кэВ. Существует четкий верхний предел энергии излучения, сопровождающей осадки, что составляет 2-2,2 МэВ. Любые связи с 24 радионуклидами не обнаружены во всем исследуемом диапазоне. Установлено, что максимальное количество осадков опережает максимальное рентгеновское излучение на 30-40 минут. Изучение барометрического эффекта в данных о гамма-излучения в приземной атмосфере показало, что он является незначительным, но вполне измеримым.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Методы и объекты исследования

Эквивалент амбиентной дозы количества Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (ICRU), $H^*(d)$, был величиной, которая была разработана для целей оперативных измерений поля излучения. Когда d равно 10 мм в материале, эквивалентном мягким тканям, эквивалент дозы окружающей среды обычно используется в качестве суррогата для эквивалента количества эффективной дозы (H_E в Отчете МКРЗ 26 или называемая эффективная доза E в МКРЗ 60). Это эквивалент эффективной дозы, который мы хотели бы оценить в целях радиационной защиты. Поскольку для определения эффективной дозы необходимо знать дозы, доставляемые во все основные органы организма, это не практическая величина дозы, которую можно попытаться оценить в обычных операциях, связанных с воздействием внешнего источника. Вместо этого мы разработали альтернативные величины, такие как доза, глубиной 1 см, которая используется в дозиметрических приборах персонала, и эквивалентная доза окружающей среды, которая используется в инструментальных измерениях.[35]

Значения эквивалентной дозы облучения для данного поля излучения нелегко рассчитать с использованием традиционных детерминистических методов. По определению, поток фотонов (когда речь идет о дозах гамма-излучения или рентгеновских лучей) визуализируется как выровненное поле (все параллельные лучи) расширяются, чтобы покрыть и падать на ткани диаметром 30 см ICRU. эквивалентная сфера. Эквивалент амбиентной дозы определяется на интересующей глубине (10 мм для аппроксимации эффективной дозы), измеренной вдоль радиуса, который прямо противоположен направлению падающего поля. Окружающая доза в этой определенной точке действительно представляет поглощенную дозу в этой точке, умноженную на соответствующий коэффициент качества который, равен 1,0 для фотонов. Поглощенная доза в точке включает вклады как первичных фотонов, так и рассеянных фотонов в сфере, и ее лучше всего рассчитать с

помощью моделирования Монте-Карло. Это было сделано для фотонов (а также нейтронов), и результаты были опубликованы в виде различных коэффициентов преобразования. Коэффициенты преобразования можно найти в дискретных энергиях и в графических представлениях, охватывающих широкий энергетический диапазон, в Отчете ICRU 47 «Измерение эквивалентных доз от внешних фотонных и электронных излучений», 1992 г. и в Отчете ICRU 39 «Определение эквивалентных доз, получаемых из внешних источников излучения», 1985 г. и ICRU 43, Определение эквивалентных доз от внешних источников излучения - часть 2, 1988. Отчет 39 включает графики отношения $H_E / H \cdot (10)$ как функции энергии для облучения антропоморфного фантома. Для фронтального и обратного облучения отношение изменяется от примерно 0,2 при 15 кэВ до примерно 1 при 10 МэВ. Таким образом, использование амбиентного эквивалента дозы в качестве заменителя эффективной эквивалентной дозы является консервативным.

Поскольку, когда приборы калибруются, обычно настраивают прибор в известном поле излучения от определенного источника, когда источник и прибор находятся в воздухе, часто определяется величина воздействия (для фотонов) или скорость кермы воздуха. Эти величины могут быть измерены непосредственно некоторыми приборами или могут быть рассчитаны из известных полевых условий. Если кто-то хочет откалибровать дозиметр для измерения эквивалентной дозы амбиентного облучения, можно умножить воздействие или керму в воздухе на соответствующий коэффициент преобразования, доступный в литературе. Например, коэффициенты преобразования дозы амбиентного излучения, перечисленные в отчете 47 ICRU, допускают перевод в эквивалент дозы амбиентного излучения на глубинах 10 мм и 0,07 мм из-за потока фотонов, экспозиции или воздушной кермы.

В условиях равновесия вторичных заряженных частиц, условия, которое обычно преобладает в процедурах калибровки, воздушная керма должна быть примерно равна поглощенной дозе в воздухе. Коэффициент преобразования эквивалентной дозы в воздушную керму в окружающую среду, приведенный в

таблице А.2 Отчета 47 ICRU, составляет около 1,20 Зв Гр -1 при энергии фотонов 662 кэВ от ^{137}Cs , широко используемого калибровочного радионуклида. Это означает, что для получения приблизительной поглощенной дозы в воздухе необходимо умножить эквивалентную дозу амбиентного облучения на коэффициент $1 / 1,20 = 0,83$. Если кто-то хотел бы перейти от окружающей дозы, эквивалентной дозе мягких тканей при той же энергии, ему пришлось бы умножить воздушную керму на отношение коэффициентов поглощения массовой энергии для мягких тканей по сравнению с воздухом при энергии 662 кэВ. Это соотношение имеет значение около 1,1, и это приводит к тому, что коэффициент преобразования дозы амбиентной дозы в ткань равен 1,09, что подразумевает необходимость умножения эквивалента дозы амбиентного облучения на $1 / 1,09 = 0,92$ для получения поглощенной ткани дозы. Совет, который вы получили, а именно умножить эквивалент дозы окружающей среды на 0,7, чтобы получить поглощенную дозу (в тканях), в целом не будет правильным, хотя он будет применяться при энергиях фотонов около 100 кэВ.

В реальной жизни поля излучения часто не выровнены и не расширены, хотя большинство фотонных полей, которые мы измеряем, достаточно обширны, чтобы, по крайней мере, охватить размеры используемого детектора. Эквивалент амбиентной дозы был разработан для удобства, а не для представления реальности. Такие «удобства» часто являются необходимыми компромиссами, чтобы иметь систему, которая может быть реализована практически, единообразно и достаточно легко. Таким образом, эквивалентная доза облучения - это рабочая величина, предназначенная для использования в полевых условиях. Важно то, что она обеспечивает приемлемое приближение к фактической дозиметрической величине, представляющей интерес - например, эффективный эквивалент дозы, предпочтительно с ошибками в консервативном направлении. Это верно для количества эквивалентной дозы амбиентного количества, $H^* [10]$.

Для данного исследования была разработана методика измерения которая состоит:

- 1) Измерения производятся от середины дома до середины соседнего дома;
- 2) Первая точка измерения наводится на расстоянии в 1 метр от здания и высоте в 1 метр;
- 3) Шаг между точками измерения составляет 5 метров;
- 4) В каждой точке проводятся 20 измерений для получения одного значения.

Для измерения был выбран сцинтилляционный детектор ДРБП-03.

ДРБП-03

Назначение средства измерений

Дозиметор-радиометор «ДРБП-03» предназначен для измерений мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения (МЭД), амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения (ЭД), плотности потока α - и β -излучений в полевых и лабораторных условиях[31].

Описание средства измерений

Принцип действия дозиметра основан на преобразовании энергии ионизирующих излучений в электрические импульсы с помощью газоразрядных счетчиков Гейгера Мюллера. Дозиметр состоит из измерительного блока со встроенными детекторами СБМ-20 и СИ-34ГМ (далее по тексту - пульт) и сменных блоков детектирования БДБА-02 и БДГ-01. Сменные блоки детектирования позволяют измерять: - БДБА-02 - плотность потока α - и β -излучения; - БДГ-01 - мощность амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения. Детекторы СБМ-20 и СИ-34ГМ позволяют параллельно с измерением какого-либо вида излучения, определяемого подключенным к пулту блоком детектирования, измерять МЭД и ЭД фотонного излучения. Подключение блоков детектирования к пулту осуществляется при помощи гибкого кабеля, имеющего разъём. Управление работой дозиметра - при помощи шестикнопочной клавиатуры. Конструктивно дозиметр выполнен в

виде базового блока в металлическом корпусе со встроенными детекторами и набора выносных блоков детектирования. Дозиметр комплектуется удлинительной штангой и блоком зарядки аккумулятора. Внешний вид дозиметра и места пломбировки приведены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 - Внешний вид дозиметра с блоками детектирования и штангой.

Пломбировке подлежат следующие конструктивные элементы дозиметра:
 - винт крепления боковой накладки, соединяющей корпус и переднюю панель;
 - крышка лючка, расположенного внутри батарейного отсека[31].

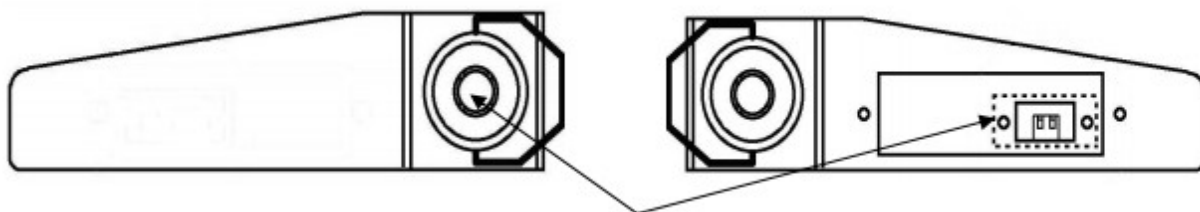


Рисунок 2 –Места пломбировки.

Метрологические и технические характеристики.

Метрологические и технические характеристики приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Базовый блок	
Диапазон энергий фотонного излучения, МэВ	0,05 - 3,0
Энергетическая зависимость чувствительности относительно энергии 0,662 МэВ (Cs-137) в измеряемом диапазоне энергий, %	±20
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч	0,10 - 3·10 ⁶
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы, мЗв	0,001 - 9999
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МЭД, %	±(15+4/Н) где: Н - измеренные числовые значения МЭД (в зависимости от диапазона мкЗв/ч или мЗв/ч)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений ЭД, %	± 10

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
Блок детектирования α-, β-излучения БДБА-02	
Диапазон энергий регистрируемого α-излучения β-излучения, МэВ	Pu-239 0,15 - 3,5
Диапазон измерений плотности потока частиц, с ⁻¹ см ⁻²	0,10 - 700
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока частиц, %	± (20+4/Р) где: Р - измеренные числовые значения плотности потока α- или β-излучения (с ⁻¹ см ⁻²)
Блок детектирования γ-излучения БДГ-01	
Диапазон энергий фотонного излучения, МэВ	0,05 - 3,0
Энергетическая зависимость чувствительности относительно энергии 0,662 МэВ (Cs-137) в измеряемом диапазоне энергий, %	± 20
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч	0,10 - 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МЭД, %	± (15+4/Н) где: Н - измеренные числовые значения МЭД (в зависимости от диапазона мкЗв/ч или мЗв/ч)
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений МЭД, ЭД и плотности потока частиц: - при изменении температуры окружающего воздуха во всем диапазоне рабочих температур, % - при относительной влажности воздуха до 95 % и температуре воздуха ниже 35 °С без конденсации влаги, %	± 10 ± 10
Питание осуществляется от: - батареи типа «Корунд», напряжение, В - внешнего источника питания, напряжение, В	8,7 от 7 до 12
Ток, потребляемый при напряжении питания 8,7 В, мА, не более	10
Срок эксплуатации, лет, не менее	8
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Габаритные размеры, мм, не более: - пульт (длина х ширина х высота) - БДБА-02 (диаметр х длина) - БДГ-01 (диаметр х длина)	181 x 125 x 62 77 x 34 34 x 147
Масса, кг, не более: пульт БДБА-02 БДГ-01	0,85 0,35 0,25
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре воздуха 35 °С, % - атмосферное давление, кПа	от минус 20 до 50 (без ЖКИ – от минус 30 до 50) 95 % от 84 до 106,7

2.2 Экспериментальная часть

Измерения начались в сентябре 2018 года и были завершены в мае 2019 года. Адреса для этого исследования выбираются случайным образом, чтобы он распределялся по всей территории исследования. При выборе места мониторинга также учитывались используемые в доме строительные материалы. Период мониторинга амбиентного эквивалента дозы составил 7 месяцев. Измерения проводились раз в неделю каждого месяца, чтобы учесть влияние сезонных изменений.

При выборе адресов исходили из материалов из которых построен дом, находится ли данный дом вблизи производственных сооружений так как отходы производства влияют на гамма-фон, расположение в городе, атак же был выбран чистый участок находящийся за пределами города Томск.

Кирпичные дома

В этой категории дома сделаны из красного кирпича. Эти типы домов имеют хорошую вентиляцию. По типу кровли контролируемые цементированные жилища были разделены на террасные, черепичные и асбестовые.

Деревянные дома

Учитывая большое количество деревянных домов в районе обучения, эта категория домов также была выбрана для исследования. Оцилиндрованное бревно в Томске один из наиболее популярных материалов, используемых для строительства домов.

Панельные дома

В Томске очень много панельных домов связано это с тем, что строить такие здание просто и быстро. Панельные дома состоят из бетонных плит (панелей).

Были выбраны шесть точек в пределах города Томск Рисунок 1.



Рисунок 1 – Расположение всех точек измерения на карте

Первой точкой стала улица Карташева 39-41. На рисунке 1 представлен двор в котором производились измерения.



Рисунок 2 – Двор улицы Карташева 39 – 41.

В соответствии с методикой были проведены измерения, в данной точке на рисунке 2 расстояние до домов.



Рисунок 3 – расстояние между домами ул. Карташева 39-41

Данный адрес примечателен тем что находится в дали от производственных заводов, а так же дом построен из кирпичей.

По полученным данным была построен график Рисунок 3.

ул. Карташева 41-39

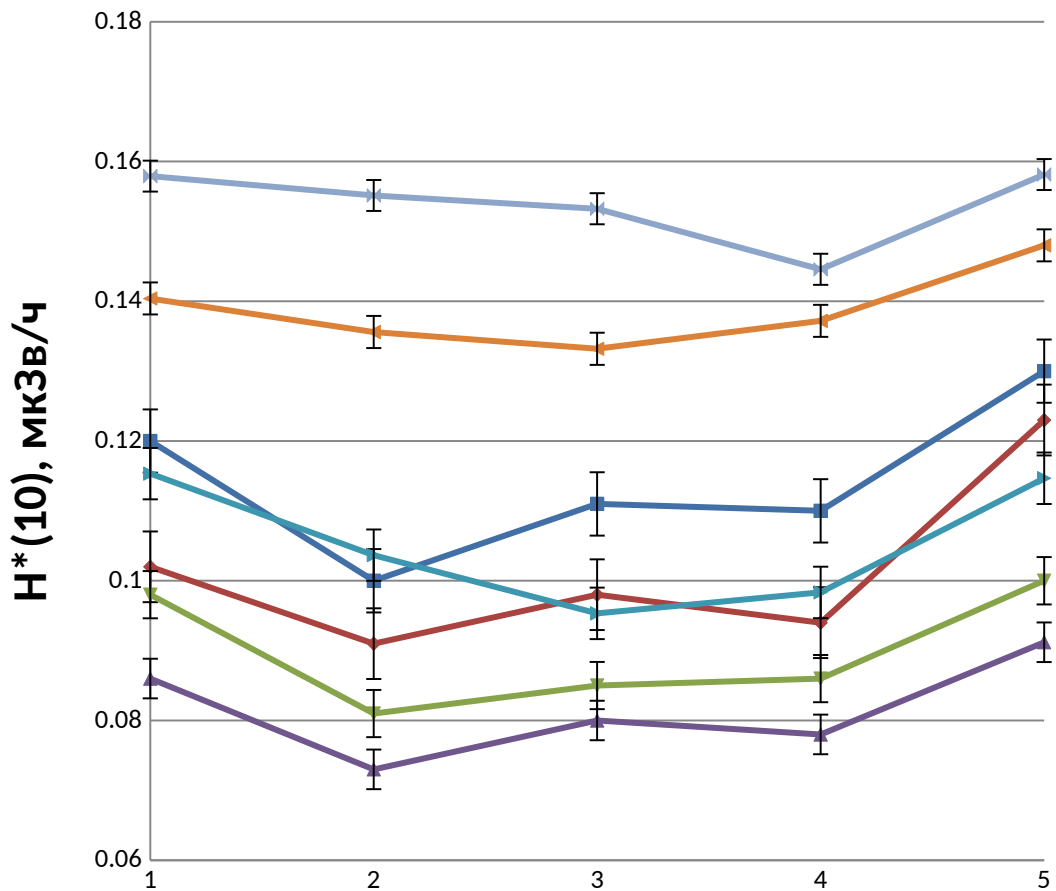


Рисунок 4 – график динамики изменения амбиентного эквивалента дозы на ул. Карташева 39 – 41.

Как видно из данного графика в точках 1 и 5 амбиентный эквивалент дозы значительно выше, это связано с тем что строительные материалы имеют в своем составе радионуклиды. Так же видно что в точке 3 в некоторых сезонах выбивается это связано с тем что замеры проходили в непосредственной близости с будкой распределения тока.

Так же видно что в мае значения больше чем в декабре это связано с таянием снега. Так же точки 2 и 4 расположены на асфальте который блокирует выход радона и торона.

Второй точкой стал адрес ул. Шевченко39/2-39 на рисунке 4 изображен двор данной точки.



Рисунок 5 – Двор улицы Шевченко 39/2-39 – 41.

В соответствии с методикой были проведены измерения, в данной точке на рисунке 5 расстояние до домов.

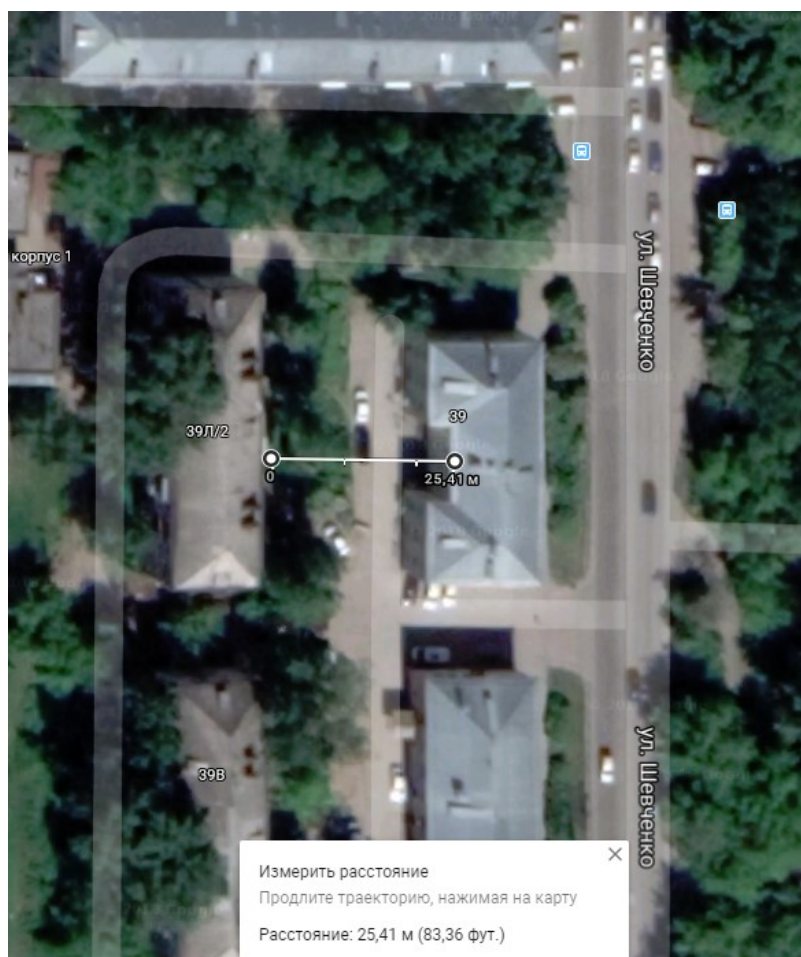


Рисунок 6 – расстояние между домами ул. Шевченко 39/2-39

Данный адрес примечателен тем что находится в непосредственной близости к ТЭЦ города Томск, а так же дом построен из кирпичей.

По полученным данным была построен график Рисунок 6.

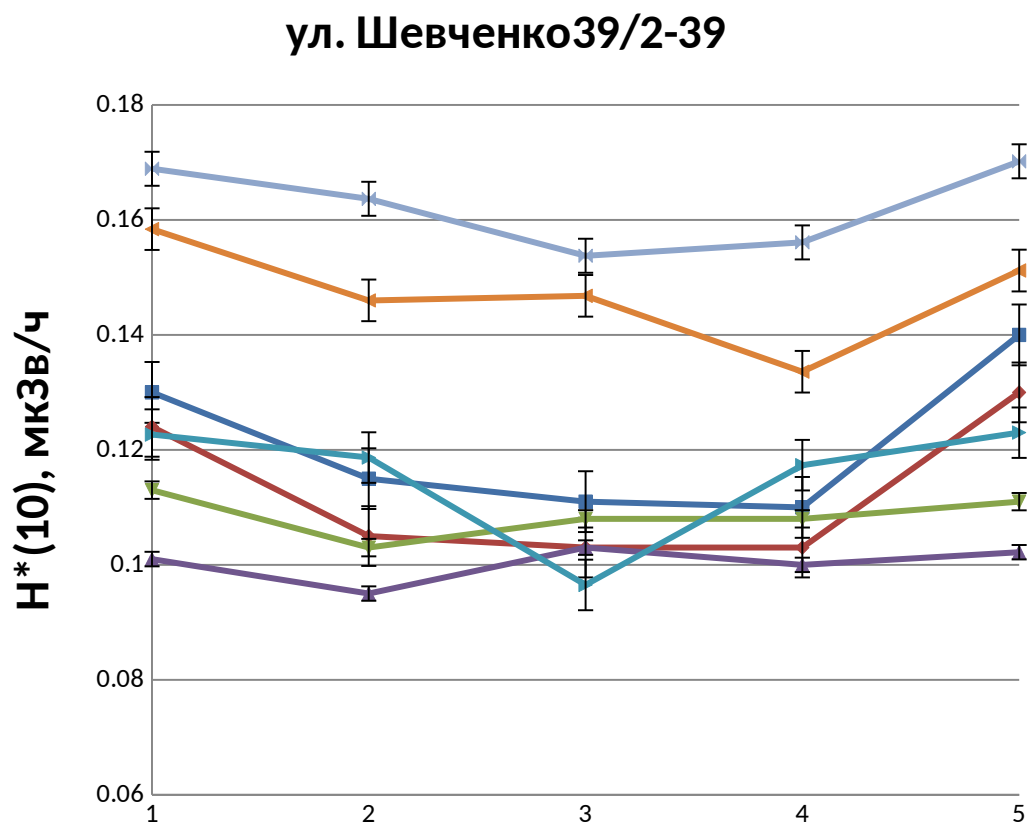


Рисунок 7 – график динамики изменения амбиентного эквиванта дозы на ул. Шевченко39/2-39

Как видно из данного графика в точках 1 и 5 амбиентный эквивалент дозы значительно выше, это связано с тем что строительные материалы имеют в своем составе радионуклиды а так же здание находится в непосредственной близости с Томской ТЭЦ.

Так же видно что в мае значения больше чем в декабре это связано с таянием снега. В этом году а апреле снег быстро растаял так же большой вклад вносит и то что с выпадением осадков дозиметр фиксировал удвоенную дозу дата фиксации 13 апреля рисунок 7 фото дозиметра при измерениях.



Рисунок 8 – фото дозиметра с зафиксированным превышением
амбиентного эквивалента дозы

Третьей точкой стал адрес ул. Кулагина 25-27 на рисунке 8 изображен двор данной точки.

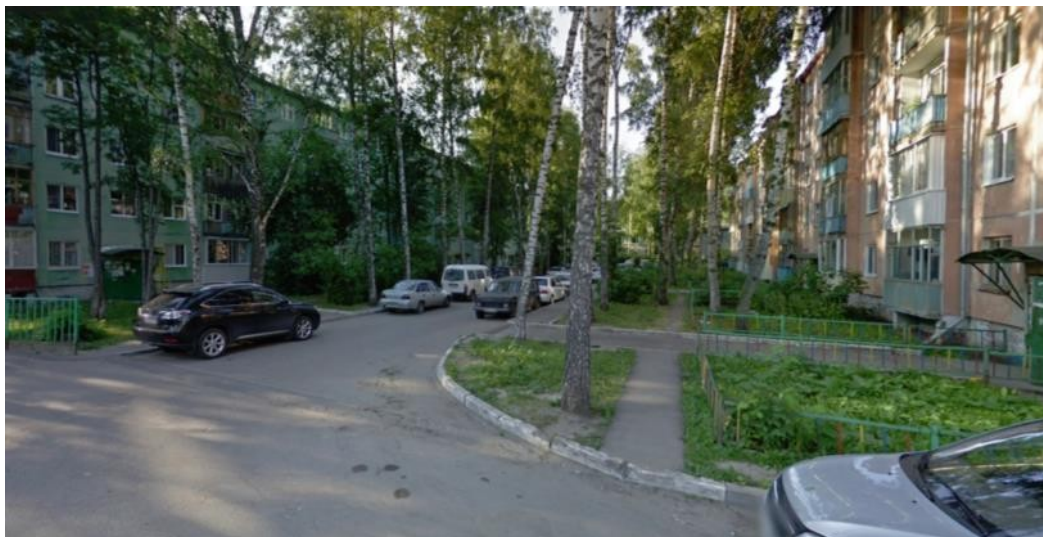


Рисунок 9 – Двор улицы Кулагина 25-27

В соответствии с методикой были проведены измерения, в данной точке на рисунке 8 расстояние до домов.

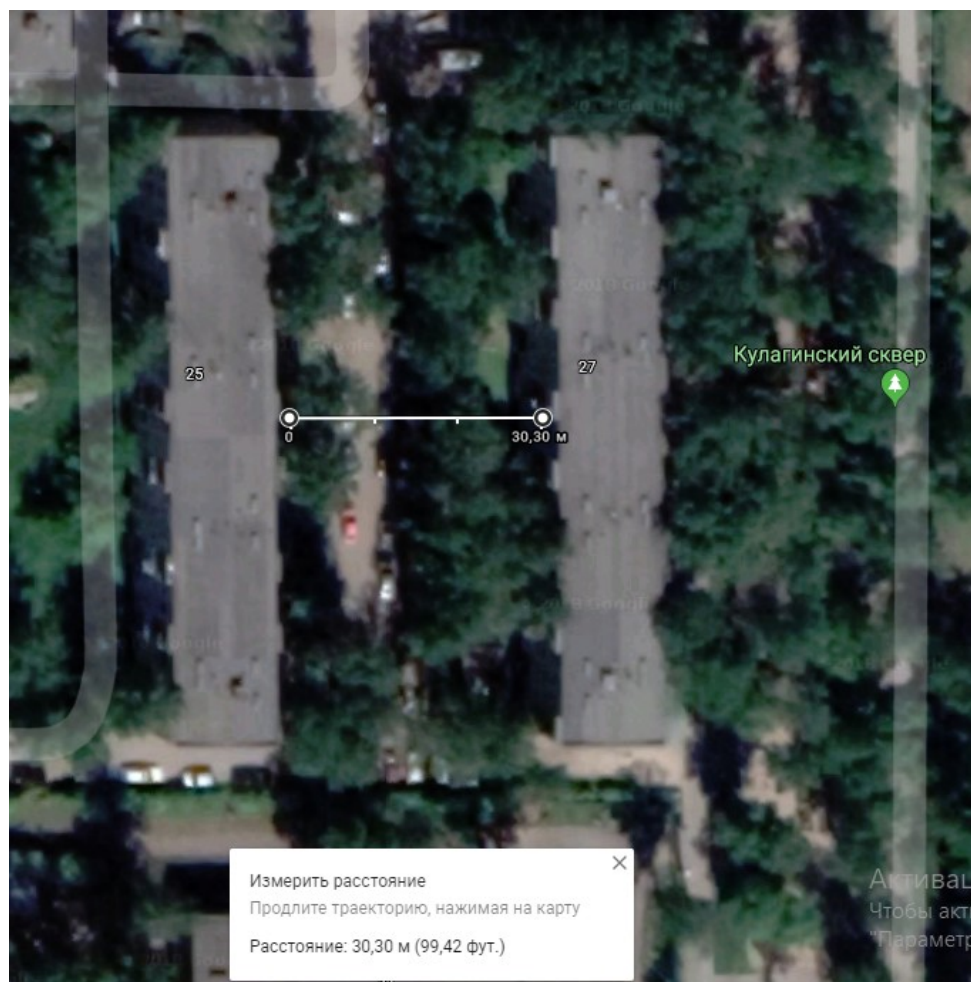


Рисунок 10 – расстояние между домами ул. Кулагина 25-27

Данный адрес примечателен тем что находится в непосредственной близости к ТЭЦ города Томск, а так же дом построен из бетонах панелей .

По полученным данным была построен график Рисунок 10.

ул. Кулагина 25-27

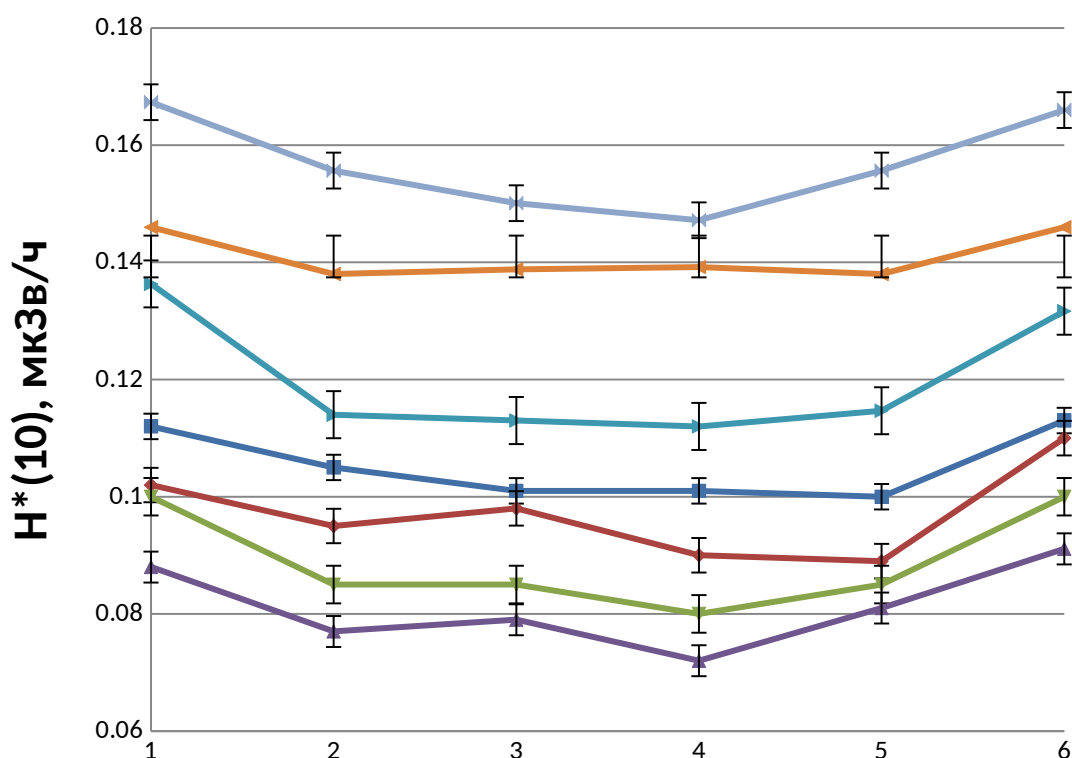


Рисунок 11 – график динамики изменения амбиентного эквиванта дозы на ул. Кулагина 25-27

Как видно из данного графика в точках 1 и 5 амбиентный эквивалент дозы значительно выше, это связано с тем что строительные материалы имеют в своем составе радионуклиды а так же здание находится в непосредственной близости с Томской ТЭЦ.

Четвертой точкой выбран адрес улицы Пропиточной. В соответствии с методикой были проведены измерения, в данной точке на рисунке 11 изображен путь.

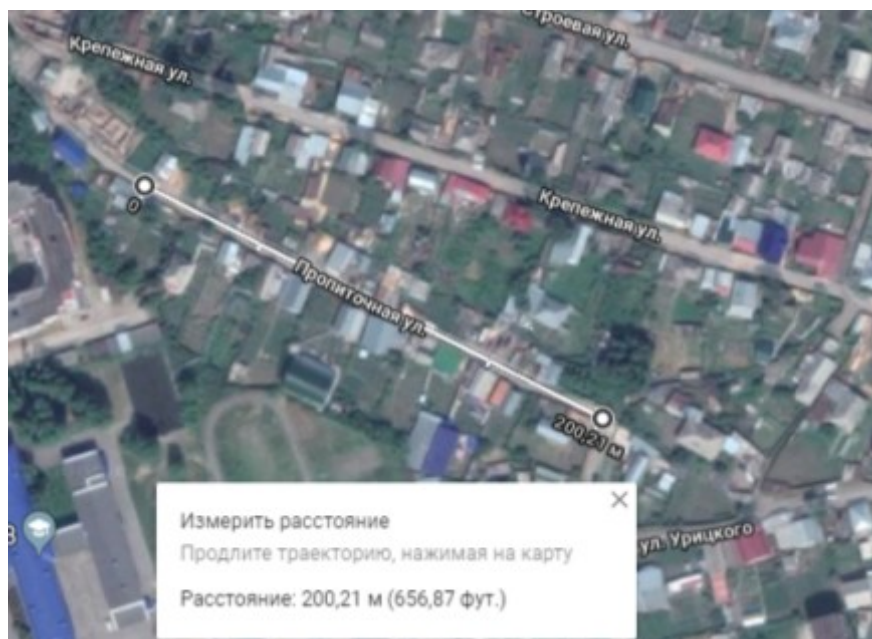


Рисунок 12 – путь измерений по ул. Пропиточной

Данный адрес примечателен тем что находится в дали от производственных зданий и улица состоит в основном из деревянных домов.

По полученным данным была построен график Рисунок 12.

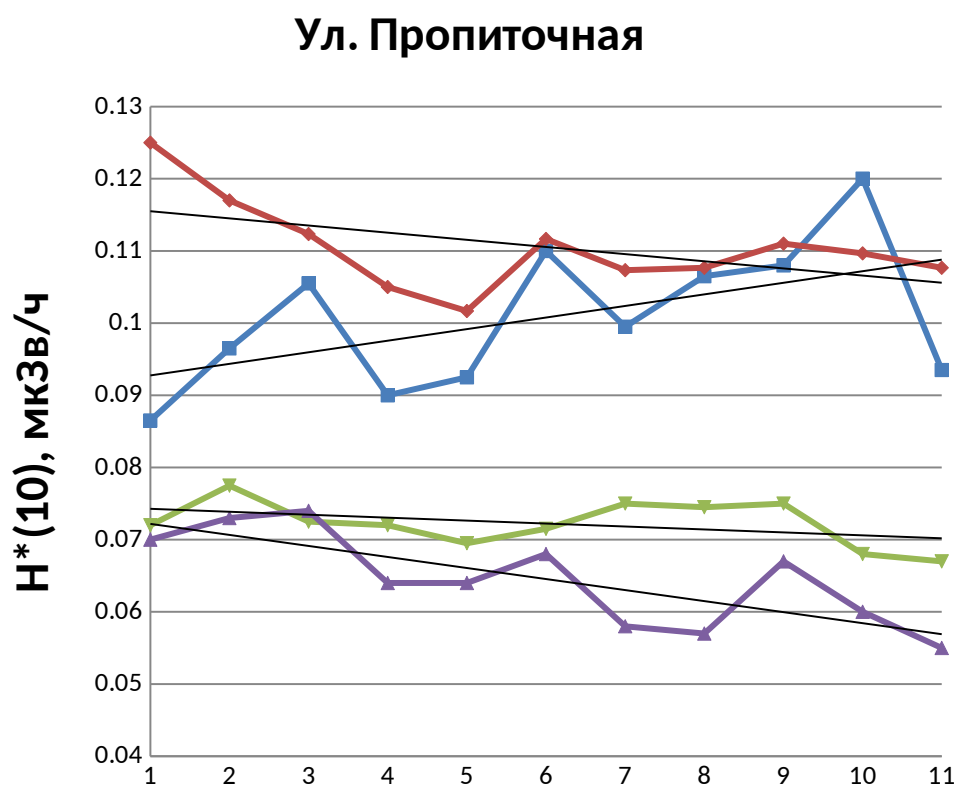


Рисунок 13 – график динамики изменения амбиентного эквиванта дозы на ул. Пропиточной

Пятой точкой стал адрес ул. Ленина 255-271 на рисунке 13 изображен двор данной точки.



Рисунок 14 – Двор улицы Ленина 255-271

В соответствии с методикой были проведены измерения, в данной точке на рисунке 14 расстояние до домов.

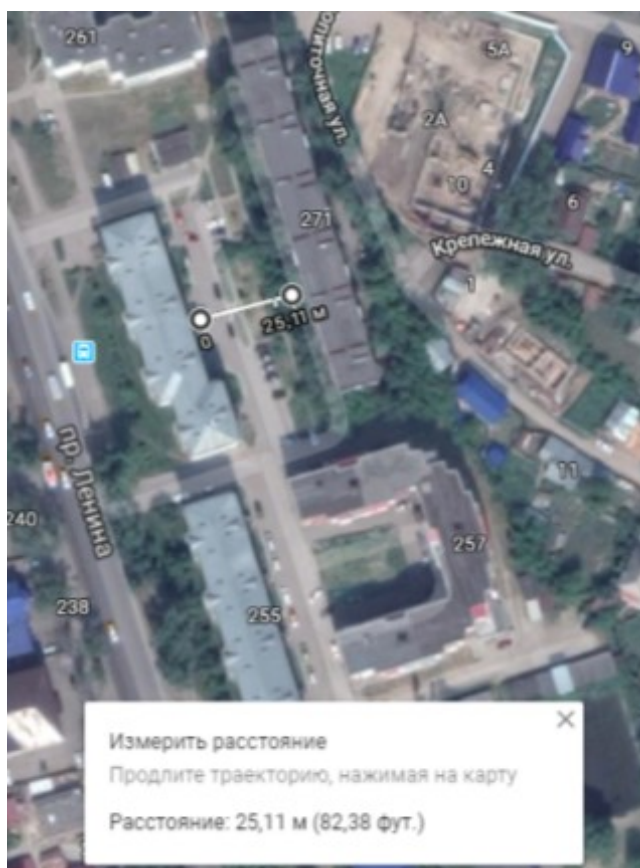


Рисунок 15 – расстояние между домами ул. Ленина 255-271

Данный адрес примечателен тем что находится в дали от производственных заводов, а так же дом построен из бетонных плит.

По полученным данным была построен график Рисунок 15.

Ул. Ленина 255-271

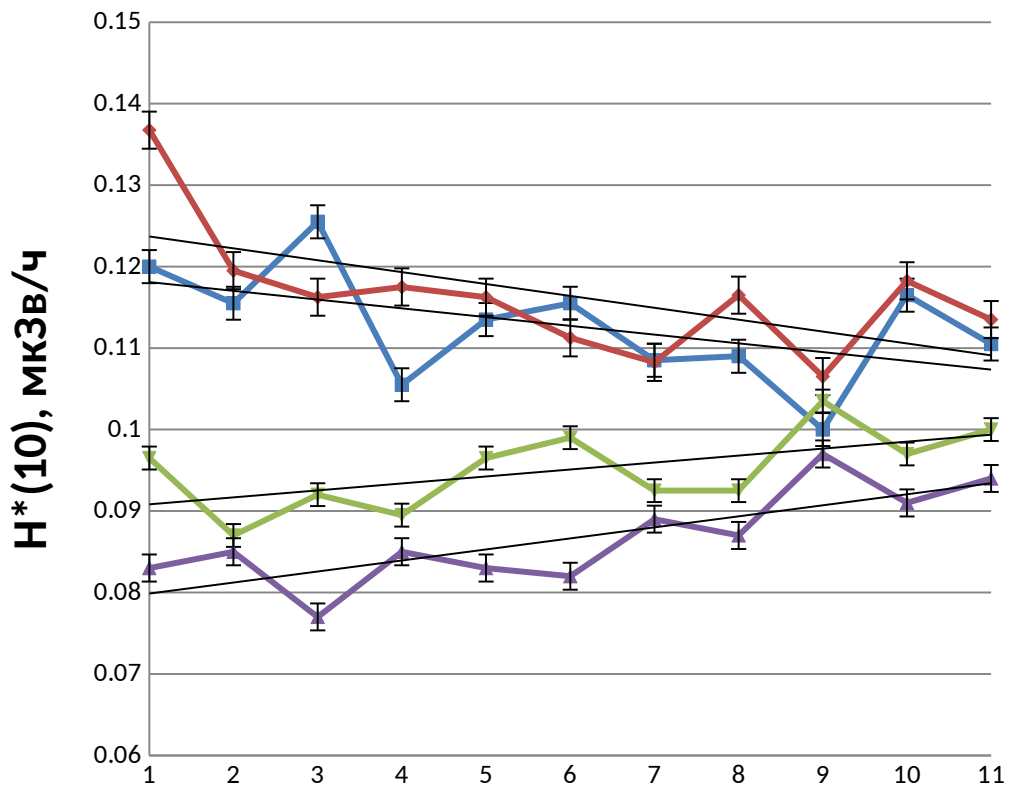


Рисунок 16 – график динамики изменения амбиентного эквивалента дозы на
Ленина 255-271

Шестой точкой стал адрес ул. Ленина 261-Строевая 4-оз на рисунке 16
изображен двор данной точки.



Рисунок 17 – Двор улицы Ленина 261-Строевая 4

Данный адрес примечателен тем что находится в дали от
производственных заводов, а так же дом построен из бетонных плит. По

полученным данным была построен график Рисунок 18.

Ленина 261-Строевая 4-оз

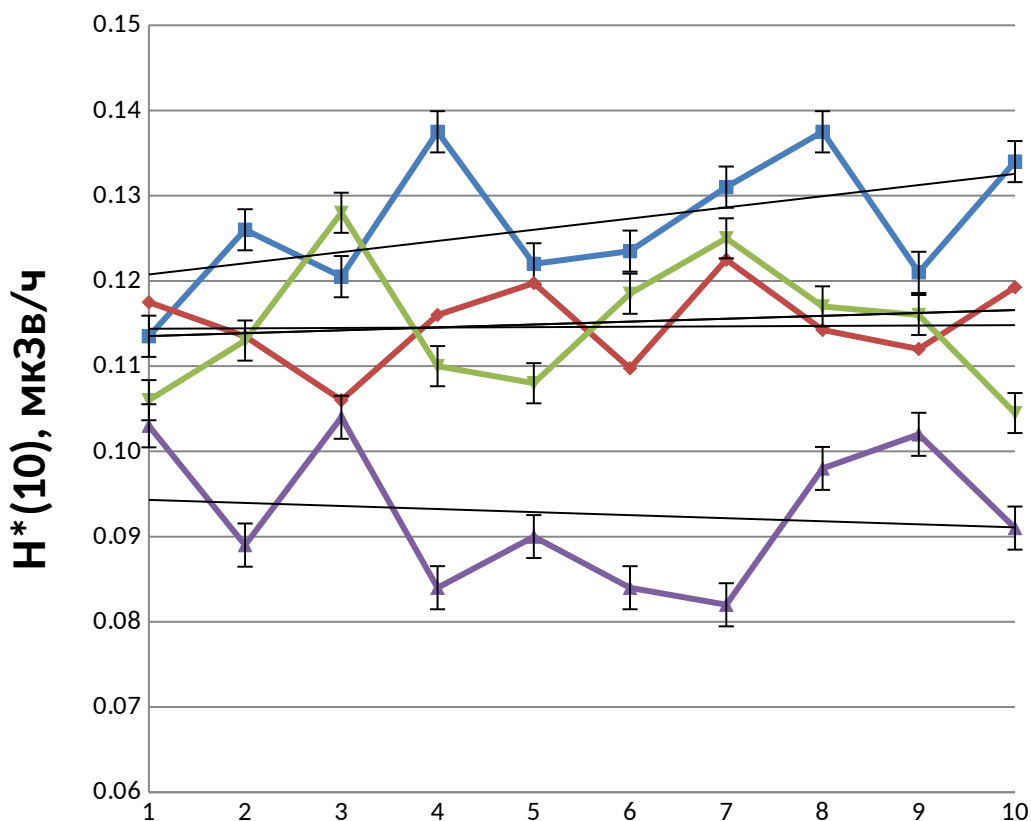


Рисунок 18 – график динамики изменения амбиентного эквиванта дозы на
Ленина 261-Строевая 4

Проведем сравнение домов построенных рядом с ТЭЦ и домов построенных в дали от нее, так же для наглядности возьмем в качестве фоновых данных измерения в поле. Таблица 3 данные полученные в Мае.

Адреса	H*(10), мкЗв/ч				
Кулагина	0,150	0,146	0,132	0,135	0,148
Шевченко	0,169	0,154	0,164	0,156	0,17
Поле	0,087	0,075	0,083	0,068	0,092

По результатам Таблицы 3 построим график Рисунок 19

В клад ТЭЦ в Кирпичные дома

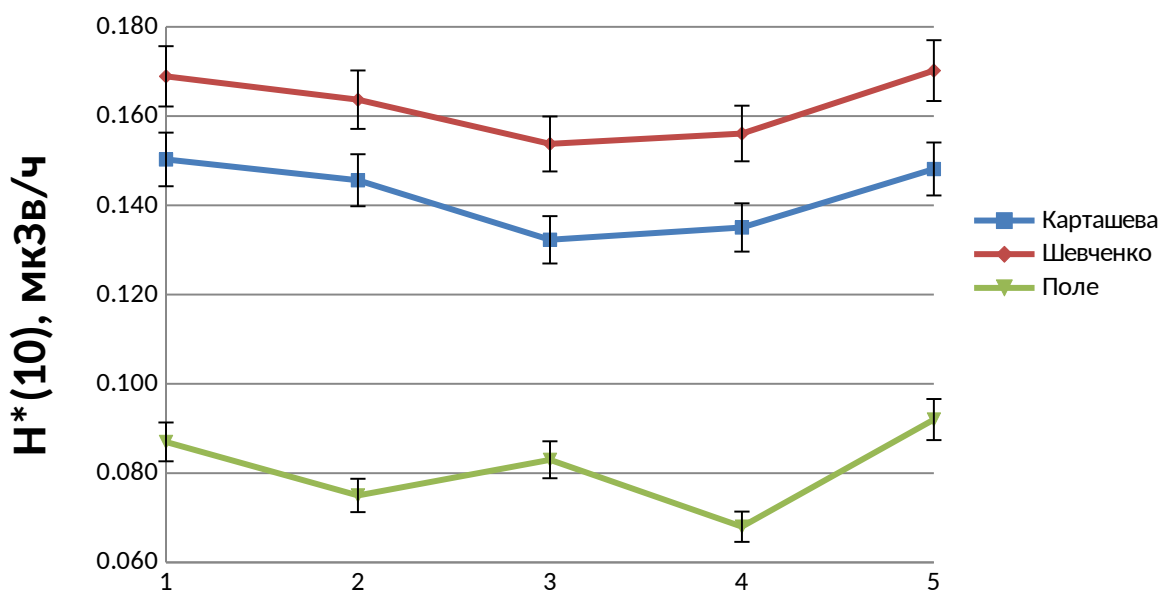


Рисунок 19 – график влияния техногенных факторов на AMBIENTный эквивалент дозы

Из графика видно что AMBIENTный эквивалент в на улице Шевченко значительно выше, это связано с тем что этот адрес расположен рядом с ТЭЦ. Так же хорошо видно что в поле в дали от техногенных источников и AMBIENTный эквивалент дозы значительно меньше. Так же точки 1 и 5 это данные полученные на расстоянии в 1 метр от дома.

На рисунке 20 показано как разные материалы влияют на AMBIENTный эквивалент дозы.

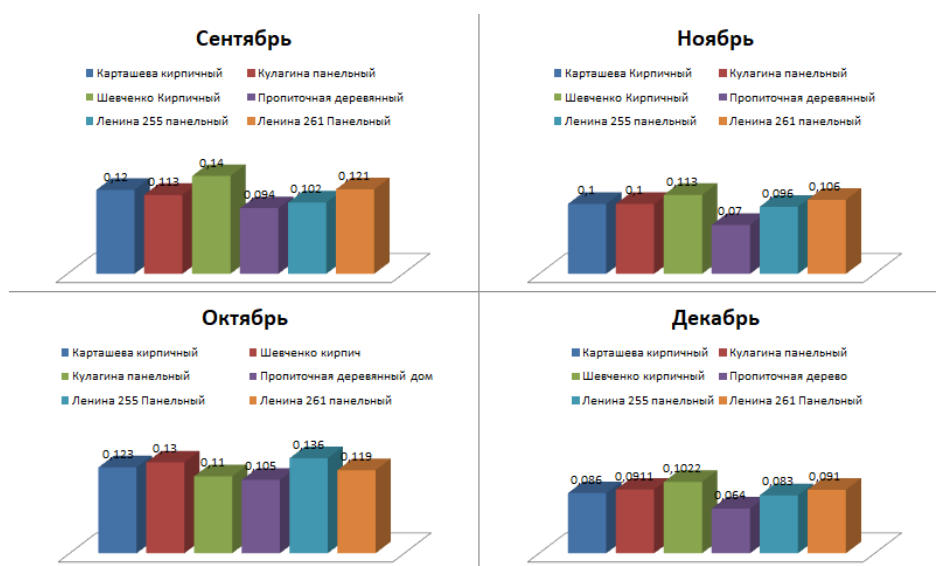


Рисунок 20 – влияние материалов на AMBIENTный эквивалент дозы

В разные месяцы видно большее значение амбиентного эквивалента дозы имеют дома построенные из кирпича и бетона, а здания из дерева на ул. Пропиточной меньше.

2.4 Вывод

Предполагается, что отклонения, наблюдаемые в трех сезонных значениях амбиентного эквивалента дозы на местах, обусловлены сезонными колебаниями излучения радона и тора из почвы в воздух. Так же видно что в мае значения больше чем в декабре это связано с таянием снега и повышением температуры в теплые сезоны. Это связано с тем, что около 97% дозы гамма-излучения из ряда урана составляет из-за продуктов распада после радона, в то время как продукты распада после торана составляют около 60% от общей дозы гамма-излучения от ряда тория. Концентрации дочерей радона и торона в воздухе зависят от скорости их излучения от почвы, метеорологических и географических факторов, а также от высоты над поверхностью земли. Сообщается, что на серию урана и тория приходится около 30% внешнего уровня гамма-излучения. Несмотря на то, что в мае интенсивность вентиляции выше, более высокая скорость выдоха радона и торона приводит к большему вкладу в дозу. Высокое содержание влаги в атмосфере, на стенах и снежный покров действуют как защита от гамма-излучения, что приводит к снижению мощности дозы в зимний период.

Доза гамма-излучения зависит от типов строительных материалов. На графиках что на рисунках 3 6 10 четко показано что точки 1 и 5 средняя измеренная амбиентного эквивалента мощности дозы рядом с зданием для каждого типа строительного материала. Для панельных, домов максимальное значение $0,167 \text{ Н}^*(10), \text{ мкЗв/ч}$. данный дом находится не далеко от ТЭЦ. Наибольшее значение в кирпичном доме $0,170 \text{ Н}^*(10), \text{ мкЗв/ч}$ были обнаружены на ул.Шевченко39/2-39 который находится в непосредственной близости к ТЭЦ. Это так же может быть связано с более высокой концентрацией урана и тория в используемых строительных материалах.

Несмотря на то, что панельные и кирпичные дома строятся из цементного кирпича и цемента. Это может быть связано с изменением концентрации радона и торона. Наименьшее значение получено на улице Пропиточная 0,07 Н*(10), мкЗв/ч в декабре так как там дома построены из дерева, а дерево не содержит радионуклидов. Это так же связано с тем, что дополнительный вклад конструкционных материалов невелик, поскольку концентрации радионуклидов в конструкционных материалах такие же, как и в наружных грунтах и породах. В интерьере зданий и жилых помещений, где люди проводят большую часть своего времени (около 80%), однако, ситуация становится более сложной: геометрия источника гамма-излучения, как правило, неизвестна, и гамма-излучение исходит не только от земли, но и от стен и крыши. Строительные материалы действуют как источники излучения, а также как щиты от наружного излучения.

Около 97% территории Томска расположены на высоте 100–120 м над уровнем моря, и мы предположили, что почти все население подвергается воздействию ионизирующего компонента космических лучей равномерно.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) – это работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований с целью получения научных обобщений, изыскания принципов и путей создания (модернизации) продукции, она включает в себя:

1) фундаментальные исследования, выполняемые с целью расширения научных знаний, явлений и закономерностей их развития безотносительно к их конкретному практическому применению;

2) поисковые исследования, выполняемые с целью нахождения путей использования выявленных явлений и закономерностей в конкретной области науки и техники для создания принципиально новых изделий, материалов и технологий;

3) прикладные исследования, направленные на решение научных проблем, совершенствование методов с целью получения конкретных результатов, используемых в опытно-конструкторских разработках при создании научно-технической продукции (в том числе технических средств обучения).

3.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В прошлом была найдена зависимость влияния интенсивности погодных условий на радиационный фон в приземной атмосфере. В данной работе была определена зависимость изменения мощности дозы γ -излучения при изменении времен года и погодных условий. Заинтересованность в проекте могут проявить различные метеорологические и геологические организации, а так же оперативные радиологические службы. Исследуя рынок потенциальных потребителей, можно выделить ряд предприятий, которым потенциально интересны результаты исследований

- Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Москва;
- ФГУП Аварийно-технический центр Минатома России;
- Сибирская Геологическая Ассоциация, Новосибирск;
- Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Томск.

3.2. Анализ конкурентных технических решений

Для проведения анализа конкурентоспособности разработки будет использоваться оценочная карта, приведенная в таблице. Система контроля радиационной обстановки автоматизированная «Thermo» (СКРОА) (Бф) в качестве конкурирующей разработки (Бк1) был принят прибор Дозиметр-радиометр (ДРБП-03). Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять единицу.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

Где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из данного анализа можно судить о явном преимуществе использования способа определения мощности дозы γ -излучения в приземном слое атмосферы с помощью прибора ДРБП-03.

Таблица – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Балл		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Достоверность полученных данных	0,33	5	3	1,65	0,99
2.Помехоустойчивость	0,2	4	2	0,8	0,4
3. Надежность	0,1	4	3	0,4	0,3

4.Простота эксплуатации	0,15	5	4	0,75	0,6
5. Время эксплуатации	0,14	5	3	0,7	0,42
6. Энергоэкономичность	0,08	4	5	0,32	0,4
Итог:	1	-	-	4,62	3,11

Как показал анализ конкурентных технических решений, использование способа определения мощности дозы γ -излучения в приземном слое атмосферы с помощью прибора ДРБП-03 наиболее конкурентоспособно, так как данный метод лидирует по нескольким показателям, таким, как достоверность данных, помехоустойчивость и удобство в эксплуатации.

3.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды

проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

В таблице представлен SWOT-анализ в виде таблицы, так же показаны результаты пересечений сторон, возможностей и угроз.

Таблица – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: –С1. Достоверность полученных данных; –С2. Высокая помехоустойчивость; –С3. Относительно невысокая стоимость детекторов, используемых в данном методе; –С4. Расширение границ применимости.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: – Сл1. Необходимость в дополнительных математических расчетах; – Сл2. Появление "ложных пиков" мощности дозы γ-излучения; –Сл3. Необходимость нахождения детектора γ-излучения на высоте 1 метр.
Возможности: – В1. Развитие сейсмологии расширит рынок, что повысит интерес к данной методике и позволит определять погодные условия при разных	1. Повышенная достоверность данных и высокая помехоустойчивость значительно увеличивает шансы выхода на новые рынки. 2. Уменьшение стоимости γ-детекторов	1. Развитие сейсмологии и уменьшение стоимости γ-детекторов позволит увеличить количество детекторов для расширения области измерения мощности дозы;

значениях γ-фона; – В2. Уменьшение стоимости γ- детекторов ; –В3. Усовершенствование γ-детекторов, для отсеивания "ложных пиков".	и их усовершенствование позволит расширить границы применимости	2. Усовершенствование γ- детекторов и их программного обеспечения приведет снижению количества "ложных пиков".
Угрозы: – У1. Высокая конкуренция из-за модернизации дозиметров- радиометров; –У2. Не востребованность на рынке, из-за привязанности клиентов к использованию старых и проверенных;	1. Расширение границ применимости позволит выйти из границ метеорологии и обратить внимание на новые рынки; 2. Высокая достоверность в совокупности с невысокой стоимостью данных значительно повышает конкурентоспособность;	1. Разработка ПО для математических расчетов и отсеивания "ложных пиков" позволит значительно повысить конкурентоспособность товара на рынке; 2. Уменьшение стоимости γ-детекторов позволит закупить дополнительное количество детекторов для расширения области измерения мощности дозы, что приведет к повышению спроса на данную методику.

На основе результатов данной матрицы можно сделать вывод о том, что трудности и проблемы, с которыми так или иначе может столкнуться данный исследовательский проект можно будет решить за счёт имеющихся сильных сторон исследования.

3.4. Планирование ВКР

Необходимо представить информацию о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица

Цели и результат проекта

Цели проекта:	Освоить и применить методы измерения гамма-фона в г.Томск при помощи прибора ДРБП-03, основанный на методе газоразрядных счетчиков Гейгер-Мюллера с системами фильтров и экранов.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение данных динамики сезонной зависимости гамма-фона в разных точках г.Томска и их изменениям в связи с погодными условиями в приземистой атмосфере .
Критерии приемки результата проекта:	Возможность применения полученных данных для предсказания изменения погодных условий и самого гамма-фона.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Соответствие данных при разных погодных условиях с данными полученными ранее
	Соответствие данных сезонной динамики с падением мощности гамма-фона в зависимости времени года
	Повышение мощности дозы при измерении домов из камня и кирпича
	Полученное в результате расчета гамма-фона должен соответствовать с полученными другими детекторами АСКРО

3.5. Организационная структура проекта.

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в табличной форме.

Таблица

Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
	Яковлева Валентина	Руководитель	Координирует	48

	Станиславовна, Доктор технических наук Отделение ядерно- топливного цикла, Профессор	проекта	деятельность участников проекта	
	Курбанов Аскар, Инженерная школа ядерных технология, магистрант	Исполнитель по проекту	Выполняет отдельные работы по проекту	540
ИТОГО:				588

Выпускные квалификационные работы разбиваются на этапы в соответствии с ГОСТ 15.101-98. В зависимости от характера и сложности ВКР ГОСТ допускает разделение этапов на отдельные виды работ.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться от 3 до 15 человек. В рамках данной работы была сформирована рабочая группа, в состав которой вошли:

- руководитель;
- магистрант.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ по выполнению НИР, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок этапов и работ при выполнении ВКР приведен в таблице .

3.6. План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в виде таблицы .

Таблица

Календарный план проекта

НАЗВАНИЕ	Длительность , раб.	ДАТА НАЧАЛА РАБОТ	ДАТА ОКОНЧАНИ Я РАБОТ	СОСТАВ УЧАСТНИКОВ (ФИО ОТВЕТСТВЕННЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ)
СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО О ЗАДАНИЯ	6	1.03.19	10.03.19	РУКОВОДИТЕЛЬ
Подбор и изучение материалов по теме	12	1.03.19	11.03.19	МАГИСТРАНТ
Выбор направления исследований	2	12.03.19	14.03.19	РУКОВОДИТЕЛЬ
Разработка общей методики проведения исследований	6	20.03.19	26.03.19	РУКОВОДИТЕЛЬ
Календарное планирование работ по теме	4	27.03.19	30.03.19	РУКОВОДИТЕЛЬ
Изучение документации, поиск литературы	12	25.06.19	6.04.19	МАГИСТРАНТ
Поиск статей в журналах по выбранной тематике	6	7.04.19	13.04.19	МАГИСТРАНТ
Получение необходимых данных	13	14.04.19	27.05.19	МАГИСТРАНТ
Создание графических зависимостей	5	27.05.19	2.05.19	МАГИСТРАНТ
Анализ и описание результатов	12	2.05.19	14.05.19	МАГИСТРАНТ

Проверка полученных результатов	6	15.05.19	21.06.19	РУКОВОДИТЕЛЬ
Составление пояснительной записки	6	22.06.19	28.06.19	МАГИСТРАНТ
Итого	90			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

№	Вид работ	Исполнители	T_{kl} · кал. · дн.	Март			Апрель			Май			Июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ	Р	7										
2	Подбор и изучение материалов по теме	С	14										
3	Выбор направления исследований	Р	4										
4	Разработка общей методики проведения исследований	Р	7										
5	Календарное планирование работ по теме	Р	5										
6	Изучение документации, поиск литературы	С	14										
7	Поиск статей в журналах по	С	7										

	выбранной тематике												
8	Получение необходимых данных	С	14										
9	Создание графических зависимостей	С	7										
10	Анализ и описание результатов	С	14										
11	Проверка полученных результатов	Р	7										
12	Составление пояснительной записки	С	7										



Магистрант

Руководитель

3.7 Определение плановой себестоимости проведения ВКР

Определение затрат на выполнение ВКР производится путем составления калькуляции по отдельным статьям затрат всех видов необходимых ресурсов. Калькуляция является основным документом, на основании которого осуществляется планирование и учет затрат на научные исследования.

Калькуляция плановой себестоимости проведения ВКР составляется по следующим статьям затрат:

- Материалы;
- Отчисления во внебюджетные фонды;
- Спецоборудование для научных и экспериментальных работ;
- Затраты на оплату труда работников, непосредственно участвующих в ВКР;
- Работы, выполняемые сторонними организациями;
- Накладные расходы;

Все статьи, кроме накладных расходов, относятся к прямым затратам. Величину прямых затрат, как правило, следует определять прямым счетом, это затраты, связанные непосредственно с выполнением конкретной ВКР, остальные затраты рассчитываются косвенным способом, это затраты на содержание аппарата управления, общетехнических и общехозяйственных служб, они объединяются в статью «Накладные расходы» .

3.8. Затраты на спецоборудование для научных работ

В данной работе спецоборудование не приобреталось, а использовалось уже имеющееся, поэтому затраты по данной статье калькуляции входят в общую себестоимость в виде амортизационных отчислений, сумма которых определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot C \cdot T_0}{365 \cdot 100 \%}$$

где A – амортизационные отчисления, руб.;

C – стоимость используемого оборудования, руб.;

$H_A = 33$ – годовая норма амортизации, % (компьютеры принадлежат ко второй группе амортизации);

T_0 – время использования оборудования, сутки.

Результат расчёта затрат на спецоборудование сведён в таблицу.

Таблица – Затраты на специальное оборудование

Наименование оборудования	Кол-во	С, руб.	H_A , %	T_0 , дни	A , руб.
Персональный компьютер	1	40500	33	90	3295
Дозиметр- Радиометр ДРБП-03	1	147400	12,5	52	6929
Итого					10224

3.9. Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от **предприятия** (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} ,$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

– при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный доклад работника с учетом районного коэффициента для Томска $k_p = 1.3$, вычисляется:

$$З_m = З_{mc} \cdot 1.3.$$

Данные и результаты расчета основной заработной платы приведены в таблице 13, например, для руководителя расчет основной заработной платы, зная, что его оклад 47104 руб./месяц, проводится следующим образом:

- находим месячный должностной оклад:

$$З_m = 47104 \cdot 1,3 = 61235 \text{ руб. / месяц}$$

- рассчитываем среднедневную заработную плату:

$$З_{дн} = \frac{61235 \cdot 10.4}{251} = 2537 \text{ руб. / день}$$

- рассчитываем основную заработную плату:

$$З_{осн} = 2537 \cdot 24 \cdot \frac{1}{3} = 20298 \text{ руб.}$$

Подобный расчет проводится для вычисления основной заработной платы инженера.

Таблица 11 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс},$ руб.	k_p	$Z_{м},$ руб./месяц	$Z_{дн},$ руб./день	$T_{р.раб.}$ Дн.	$Z_{осн},$ руб.
Руководитель	47104	1,3	61235	2537	8	20298
Инженер	12664	1,3	16437	681	90	61290
Итого $Z_{осн}$						81588

3.10. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Дополнительная заработная плата для руководителя вычисляется следующим образом:

$$Z_{доп} = 20298 \cdot 0,1 = 2030 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{доп}$	$Z_{осн}$	$Z_{доп}$
Руководитель	0,1	20298	2030
Магистрант	0,1	61290	6129
Итого			8159

3.11. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$k_{\text{внеб}} = 0,271.$$

Таким образом отчисления во внебюджетные фонды от затраты на оплату труда руководителя вычисляются следующим образом:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (39040 + 3904) = 11638 \text{ руб.}$$

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	20298	61290
Дополнительная заработная плата, руб.	2030	6129
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	0,271
Сумма отчислений	6051	18270
Итого	24321	

3.12. Накладные расходы

Накладные расходы составляют 30 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Таблица 14 – Накладные расходы

Исполнитель	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	20298	61290
Дополнительная заработная плата, руб.	2030	6129
Коэффициент накладных расходов	0,3	0,3
Сумма накладных расходов	6698	20225
Итого	26923	

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями

Необходимо учесть расходы за работы выполняемые сторонними организациями. Эти расходы включают распечатку и переплет. Всего распечатано 100 страниц (3 руб. за каждый) и 49 руб. за переплет:

$$C_{\text{стор}} = 100 \cdot 3 + 49 = 349 \text{ руб.}$$

Прочие прямые затраты

Сюда входят расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных служб. Мощность ПК 400 Вт.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot t = 5,8 \cdot 0,400 \cdot 378 = 876 \text{ руб}$$

где $C_{\text{эл}}$ — тариф на промышленную электроэнергию (5,8 руб. за 1 кВт·ч);

P — мощность оборудования, кВт; t — время использования оборудования, ч.

Затраты на электроэнергию составили 876 рублей.

3.13. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Полученные данные по отдельным статьям затрат с калькуляцией плановой себестоимости НИР приведены в таблице .

Таблица – Данные по калькуляции плановой себестоимости НИР

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Затраты на электроэнергию	876
Затраты на спецоборудование (амортизация)	10224
Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИР	89746
Отчисления во внебюджетные фонды	24321
Работы, выполняемые сторонними организациями	349
Накладные расходы	26923

Итого себестоимость НИР $C_{окр}$	152440
-----------------------------------	--------

Таким образом, работы, выполняемые сторонними организациями, имеют наименьшую сумму затрат. Заработная плата людей, непосредственно занятых выполнением работ НИР, является наибольшей статьёй затрат и составляет 67,7 % от себестоимости НИР. Себестоимость проведение НИР составляет сумму в 146981 руб.

3.14. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу была сведена в таблицу.

Таблица

Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность	Влияние	Уровень риска*	Способы смягчения риска
1	Поломка измерительного прибора ДРБП-03	Отсутствие возможности измерения гамма-фона	1	3	Низкий	Поиск других детекторов
2	Поломка персонального компьютера	Затруднение проведения вычислений	3	4	Выше среднего	Предоставление студенту рабочего места с компьютером

3.15. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{фин}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Исп.1 - использование метода нахождения интенсивности дождевых осадков в приземном слое атмосферы по измеренной мощности дозы γ -излучения, Исп. 2 - использование оптико-акустико-электронного прибора.

$$I_{\text{фин}}^{\text{Исп}1} = \frac{128041}{145681} = 0,87$$

$$I_{\text{фин}}^{\text{Исп}2} = \frac{10917}{11864} = 0,92$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i * b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы, где Исп.1 - использование метода нахождения интенсивности мощности дозы γ -излучения приземном слое атмосферы, Исп.2 - использование дозиметра-радиометра прибора.

Таблица – Оценка характеристик исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Оценка Исп. 1	Оценка Исп.2
Критерии			
1. Достоверность полученных данных	0,3	5	3
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3
4. Энергосбережение	0,1	4	5
5. Надежность	0,1	4	4
6. Простота эксплуатации	0,15	5	4
Итог:	1	-	-

$$I_{p-Исп.1} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5$$

$$I_{p-Исп.2} = 3 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 3,25$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{уснi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{уснi} = \frac{I_{p-уснi}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.12) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{усн1}}{I_{усн2}}$$

Таблица Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1.	Интегральный финансовый показатель	0,87	0,92

	разработки		
2.	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,25
3.	Интегральный показатель эффективности	5,17	3,53
4.	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,46	0,68

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Как видно из расчетов, использование метода нахождения интенсивности дождевых осадков в приземном слое атмосферы по измеренной мощности дозы γ -излучения является наиболее оптимальным и целесообразным.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В современных условиях одним из основных направлений коренного улучшения всей профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда, то есть путем объединения разрозненных мероприятий в единую систему целенаправленных действий на всех уровнях и стадиях производственного процесса.

Охрана труда – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технологических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда [37].

Правила по охране труда и техники безопасности вводятся в целях предупреждения несчастных случаев, обеспечения безопасных условий труда работающих и являются обязательными для исполнения рабочими, руководящими, инженерно-техническими работниками.

Опасным производственным фактором, согласно [37], называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводят к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием опасных и вредных факторов, которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические,

психофизиологические[38]. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа на ПЭВМ, ИЯТШ ТПУ	Воздействие радиации (ВЧ,УВЧ,СВ Ч и так далее)	—	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»
	—	Электрический ток	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность
	—	Пожарная безопасность	Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ.

На магистра, работающего на компьютере, воздействуют следующие факторы:

— физические: температура и влажность воздуха; шум; статическое электричество; электромагнитное поле низкой чистоты; освещённость; наличие

излучения;

– психофизиологические.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы, делятся на: физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ

4.2.1 Организационные мероприятия

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа непосредственно на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией или лицом ответственным за рабочее место после обучения на рабочем месте. После чего сотруднику присваивается соответствующая его знаниям и опыту работы квалификационная группа по технике безопасности и выдается удостоверение специального образца.

Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием перед устройством на работу.

4.3 Технические мероприятия

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства, как показано на рисунке 4.1.

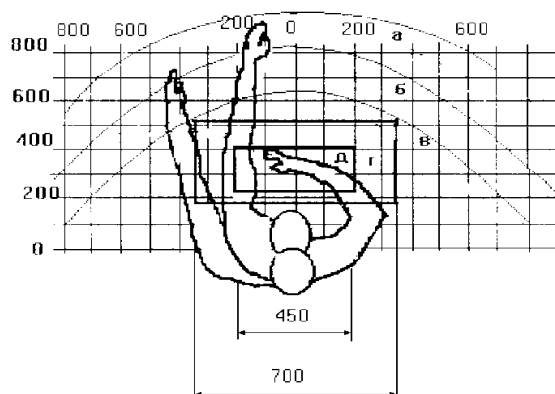


Рисунок 4.1 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а – зона максимальной досягаемости рук;

б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в – зона легкой досягаемости ладони;

г – оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

- дисплей размещается в зоне а (в центре);
- клавиатура — в зоне г/д;
- системный блок размещается в зоне б (слева);
- принтер находится в зоне а (справа);

Документация размещается в зоне легкой досягаемости ладони — в (слева) — литература и документация, необходимая при работе; в выдвижных ящиках стола — литература, не используемая постоянно.

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и

длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420 – 550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с заглублённым передним краем.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500 - 600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45 ° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30 °. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране.

Должна предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от 10 до 20 градусов относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края. Нормальным положением клавиатуры является её размещение на уровне локтя оператора с углом наклона к горизонтальной плоскости 15 °. Более удобно работать с клавишами, имеющими вогнутую поверхность, четырёхугольную форму с закруглёнными углами. Конструкция клавиши должна обеспечивать оператору ощущение щелчка. Цвет клавиш должен контрастировать с цветом панели.

При однообразной умственной работе, требующей значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, рекомендуется выбирать неяркие, малоконтрастные цветочные оттенки, которые не рассеивают внимание (малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов). При работе, требующей интенсивной умственной или физической

напряженности, рекомендуются оттенки тёплых тонов, которые возбуждают активность человека.

4.4 Условия безопасной работы

Основные параметры, характеризующие условия труда – это микроклимат, шум, вибрация, электромагнитное поле, излучение, освещённость.

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с [41] и приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

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

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещение должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность — 40 %, скорость движения воздуха — 0,1 м/с, температура летом — 20 - 25 °С, зимой — 13 - 15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

Шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видеокабеля. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц - 25 В/м;
- в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц - 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц - 250 нТл;
- в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц - 25 нТл.

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);

- применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить нарушение нормальной свертываемости крови, увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение иммунитета и др. Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкР/час. По нормам [41] конструкция ЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана не более 100 мкР/час.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

4.6 Электробезопасность

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %), высокой температуры (более 35 °С), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами. Существует опасность поражения электрическим током в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ);

- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Действие электрического тока на организм человека:

- Тепловое (термическое) действие проявляется в виде ожогов участка кожи, перегрева различных органов, а также возникающих в результате перегрева разрывов кровеносных сосудов и нервных волокон.
- Химическое (электролитическое) действие ведет к электролизу крови и других содержащихся в организме человека растворов, что приводит к изменению их физико-химических составов, а значит, и к нарушению нормального функционирования организма.
- Биологическое действие проявляется в опасном возбуждении живых клеток и тканей организма, в результате чего они могут погибнуть[42].

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

- отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы;
- вывешивание плакатов, указывающих место работы;
- заземление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- недоступность токоведущих частей аппаратуры (заключение в корпуса электропоражающих элементов, заключение в корпус токоведущих частей) [42].

4.6 Пожарная и взрывная безопасность

Согласно с [43], в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по

степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий.

Возможные причины загорания:

- неисправность токоведущих частей установок;
- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткие замыкания в блоке питания;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция

кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике подразделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

К режимным мероприятиям относятся, установление правил организации работ, и соблюдение противопожарных мер. Для предупреждения возникновения пожара от коротких замыканий, перегрузок и т. д. необходимо соблюдение следующих правил пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов;

- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);
- правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения — предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- сообщить руководству (дежурному);
- позвонить в аварийную службу или МЧС – тел. 112;
- принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований были выполнены следующие задачи:

- 1) Обзор литературы по сезонной и пространственной динамике гамма фона
- 2) Изучение метода измерений амбиентного эквивалента доз
- 3) Проведение измерений амбиентного эквивалента дозы в городе Томск
- 4) Анализ полученных результатов

В процессе исследования проводилось измерения амбиентного эквивалента доз в 6 разных точках в период с сентября по май, данные точки находятся в разных условиях как экологических, так и техногенных.

Результатом исследования является графики построенные в период с сентября по май с разными характеристиками дворов как с стороны примененных материалов домов так и их местоположение относительно заводов и фабрик. На графиках видно что в теплые сезоны амбиентный эквивалент выше чем в холодные а так же что здания из бетона и кирпича вносят вклад в амбиентный эквивалент дозы.

Так же было обнаружено двойное увеличение амбиентного эквивалента дозы 21.04.2019 что внесло свой вклад в среднее число полученное в этот период.

В процессе сбора данных выявились различные трудности, связанные с сильными заморозками при которых прибор ДРБП-03 не мог нормально функционировать.

На данном этапе, проведенное исследование, требует дальнейших расчетов и измерений. Так как в зимний период детектор ДРБП-03 не выдерживает низких температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rangarajan C, Gopalakrishnan S, Sadasivan S (2002) Monograph on radioactivity of the environment, Indian Nuclear Society, Mumbai.
2. Subba Ramu MC (1993) Natural background radiation and population exposures., BARC Report No. BARC/1993/R/012., pp. 2.1 – 2.11
3. United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (2000) United Nations General Assembly, United Nations, New York.
4. Lal D and Peters B (1967) Cosmic Ray produced radio activity on the earth, in: Encyclopedia of Physics., Vol. XLV ½ (Cosmic rays), Springer Verlag, New York.
5. Lal D and Suess HE (1968) The radioactivity of the atmosphere and hydrosphere, in: Annual Review of Nuclear Science. Vol.18, Annual Reviews; Inc., Palo Alto, CA., 407–434.
6. Lide DR (1993) CRC Handbook of chem. and phys., 73rd edition, CRC Press, Boca Raton
7. Vohra KG (1978) Role of natural radiation environment in earth sciences. Natural Radiation Environment - III, USDEO, CONF-780422. 1: 184 - 200.
8. Porstendorfer J (1994) Properties and behavior of radon and thoron and their decay products in air. J Aerosol Sci, 25: 219-263.
9. Mettler FA and Upton AC (1995) Medical Effects of Ionizing Radiation., 2nd Edition, Saunders, W.B (Eds), Philadelphia.
10. Katheren RL (1998) NORM Sources and Their Origins, Appl Rad Isotopes, 49: 149–168.
11. Mishra UC and Sadasivan S (1971) Natural radioactivity levels in Indian soil. J Sci and Indus Res, 30: 59–62.
12. Benville A and Lowder AM (1987) Human population exposures to cosmic radiation, In: 4th international conference on the natural radiation

environment, Lisbon, Portugal.

13. International Atomic Energy Agency (1978) Control of radioactive waste disposal into the marine environment, Safety Series No.61., International Atomic Energy Agency, Vienna.

14. Sankaran A, Jayaswal A, Nambi KSV, Sunta CM (1986) U, Th and K distributions inferred from regional geology and the terrestrial radiation profiles in India. BARC Report.

15. . Nambi KSV, Bapat VN, David M, Sundaram VK, Sunta CM, Soman SD (1986) Natural background radiation and population dose distribution in India. Hlth Phys Divn Report.

16. Narayanan KK, Krishnan D, Subba Ramu MC (1991) Population exposures from natural and man-made sources of ionizing radiation in India. Indian Soc of Rad Phys, Report No. ISRP (K)-BR-3.

17. Sadasivan S, Shukla VK, Chinnaesakki S, Sartendel SJ (2003) Natural and fallout radioactivity measurement in Indian soil. J Radioanal, And Nucl Chem, 25: 603– 607.

18. Krishnamoorthy TM, and Nair RN (1999) Environmental radiation exposures: Natural and man-made., INCAS Bulletin, September, 25–35.

19. Ramachandran TV, Eappen KP, Nair RN, Mayya YS, Sadasivan S (2003) Radon-Thoron Levels and Inhalation Dose Distribution Patterns in Indian Dwellings, BARC Report No. BARC/2003/E/026.

20. Ramachandran TV, Eappen KP, Nair RN, Shaikh AN, Mayya YS, Puranik VD (2003) Estimation of inhalation dose due to radon and thoron and their progenies in Indian dwellings. Rad Prot and Envir, 26: 139 –141.

21. Department of Atomic Energy (1995) Public perceptions about atomic energy: Myths vs. reality. DAE, Mumbai.

22. Shukla VK, Sadasivan S, Sundaram, VK, Nambi KSV (1995) Assessment of gamma radiation exposure limit in side a newly constructed building and a proposed regulatory guideline for exposure control from natural radioactivity in future building. Rad Prot Dosim, 59: 127 –133.

23. Ramachandran TV (1985) Studies on radioactivity levels in coal fuel cycle and non-radioactive underground mine environment. Ph.D.Thesis, University of Bombay, Bombay.
24. Lalit BY, Ramachandran TV, Mishra UC (1986) Radiation exposure due to coal fired power stations in India. Rad Prot Dosim, 15: 175–202.
25. Ramachandran TV, Lalit BY, Mishra UC (1987) Relative population exposures from coal fired and nuclear power plants in India. Rad Prot Dosim, 18: 169–173.
26. Eisenbud M and Gesell T (1997) Environmental radioactivity: From natural, industrial, and military sources., 4th edition (San Diegao, CA. Academic)
27. Archer D, Kheshgi H, Maier-Remer E (1997) Multiple timescales for neutralization of fossil fuel CO₂., geophys. Res Lett, 24: 405–408.
28. Archer D, Kheshgi H, Maier-Remer E (1998) Dynamics of fossil fuel CO₂ neutralization by marine CaCO₃., global biogeochem. Cycles, 12: 259–276.
29. Shukla VK, Menon MR, Ramachandran TV, Sathe AP, Hingorani SB (1994) Natural and fallout radioactivity in milk and diet samples in Bombay and population dose rate estimates. J Envir Radioactivity, 25: 229–237.
30. Khatua R (1990) Bhabha Atomic Research Center, Technical Report.
31. https://www.ptfm.ru/wp-content/uploads/drbp-3_tip.pdf
32. Моделирование влияния атмосферы и состояния литосферы на динамику плотности потока радона и торона от поверхности почвы // Моделирование влияния атмосферы и состояния литосферы на динамику плотности потока радона и торона / Яковлева В.С. // Бюллетень ТПУ, 2010.
33. Особенности калибровки детекторов ионизирующих излучений, используемых для мониторинга почвенного радона / В.С. Яковлева, П.М. Нагорский // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. Науки. 2015. № 1(10). С. 54-64. ISSN 2079-6641.
34. Вариации естественного гамма-фона во время выпадения атмосферных осадков / Б.Б. Гвоздевский, Ю.В. Балабин, А.В. Германенко, Э.В. Вашенюк, Л.И. Щур // Вестник Кольского научного центра РАН, 2010. – №2. –

С. 104 – 109. Беспалов В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 369 с

35. Каратаев В.Д., Яковлева В.С., Эргашев Д.Э. Исследование радиоактивности объектов окружающей среды на территории Томской области // Изв. вузов. Физика. – 2000. – Т. 43. – № 4.– С. 105-109.

36. Вариации радиационного фона и климатических параметров в северной части Азовского моря [Электронный ресурс] / И.Н. Бекман, М.А. Хасков, В.И. Пасека, Л.Е. Панаркина, Г.Б. Рязанцев. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fprofbeckman.narod.ru%2FER4.pdf&name=ER4.pdf&lang=ru&c=56c1e011c6f0&page=8>, свободный.

37. Закон Российской Федерации "О страховых взносах в пенсионный фонд Российской федерации, фонд социального страхования Российской федерации, федеральный фонд обязательного Медицинского страхования" от 2009 № 212-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009 г. с изм. и допол. в ред. от 19.12.2016 пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ

38. Об основах охраны труда в Российской Федерации: Федеральный закон от 17 июля 1999 №181 – ФЗ // Российская газ. – 1999–24–07.

39. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные факторы. Классификация [Текст]. – Взамен ГОСТ 12.0.003-74; введ. 2017-03-01. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 2017.

40. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарноэпидемиологические правила и нормативы. – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 54 с.

41. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3532-18. - М: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2018. - 268 с.

42. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность [Текст]. – Взамен ГОСТ Р 12.1.019-2009; введ. 2019-01-01. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 2019.

43. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]. – Взамен СНиП 2.01.02-85; введ. 1998-01-01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.

Приложение I

(справочное)

Indoor radioactive pollution due to radon and its daughters

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0АМ74	Курбанов А.М.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпи сь	Дата
Профессор	Яковлева В.С.	Доктор физико- математических наук		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
преподаватель	Шайкина О.И.			

Introduction

The area of Bohemian Alps in the early 16th century, became known to contain a disease called, 'Bergkrankheit' or 'mountain disease' (1). The disease has now been recognized as the 'lung cancer' and is believed to be caused by a 'radioactive gas', emitted by 'uranium ores' or to be more precise by 'radium'. This radioactive gas, now called 'radon' was discovered in 1900 by Ernst Dorn (2), who named it 'Radium Emanation Gas'. It was later renamed as 'nitron'. The present name 'radon' was first used in early 1920s. By 1950, the role of radon as a lung cancer agent became fairly established (1-5).

Almost every material around us contains some uranium impurity (a few parts per million). Uranium undergoes radioactive decay, producing a wide spectrum of daughter products (Figure 1). Radon is the sixth member of the series. It fills the spaces in the host materials (soil, sand, rocks, gravels, etc.). It may succeed in escaping out of the construction material and get mixed with the indoor air. If it escapes to a confined space such as a basement of a building or a room with limited ventilation, the concentration of radon may become fairly high (1-11). It has been estimated that among the natural radiation sources, radon and its daughters contribute the maximum annual dose which may ultimately cause lung cancer (1-6).

It has been established now that we are exposed to airborne combustion products, volatile toxic chemicals, and different types of radioactive pollutants (1-8). The greatest exposure to the above mentioned pollutants does not take place outdoors but rather indoors. Measurements carried out to determine the indoor levels of different pollutants have indicated that the health hazards linked with breathing the indoor air can far exceed the previously determined limits for controlling pollutants in the outdoor air.

Indoor radioactive pollution

Experience shows that radon (Rn-222) and thoron (Rn-220) along with their daughter products are the most important indoor radioactive pollutants (1-13). Radon-

222 is the immediate daughter of Radium-226, produced in the decay series of U-238 (Figure 1). The half-life of radon is equal to 3.824 days. This value though is not enough to allow the transport of radon by diffusion to appreciable distances, it is helpful in radon's partial emanation from building materials and soil. The amount of radon so emanated succeeds in migrating several meters. The influx of radon is a function of parameters such as permeability of the underlying soil and geological-, meteorological- and structure- factors. 'Stack Effect' is primarily responsible for the movement of radon in a building's shell, its substructure, walls and roof, by infiltrating through various openings, particularly around windows and doors and penetrations along with pipes and wiring (7,8). The concentrations of radon daughters depend on the amount of airborne particles and the pattern of air movement in a particular building (7), influencing the radiation dose. The variability in entry rates, and ventilation rates is the cause of a very wide range of concentrations for radon and its daughters from a few Bq/m³ of air to more than 10.000 Bq/m³ with an average level of about 50 Bq/m³.

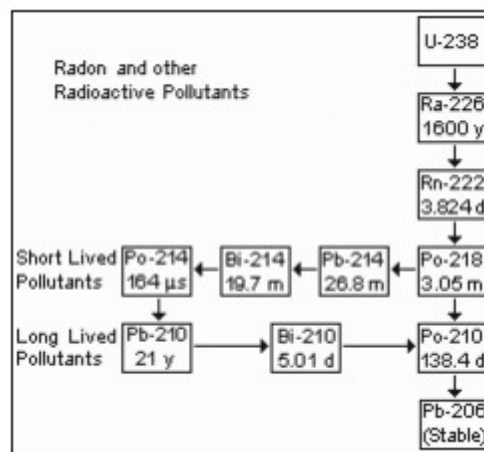


Figure 1: 'Uranium Decay Series', showing radon (the only gaseous member of the series) and its daughter products. The radon family is an important source of indoor radioactive pollution.

Health hazards

Studies carried out during the last two decades or so indicate that inhalation of these radioactive elements causes severe health problems . Since radon has a relatively long half life, its health hazard is relatively less than what can be expected from its short lived daughters: Po-218 (half life~3 minutes), Pb-214 (half life~27 minutes), Bi-214 (half life~20 minutes), and Po-214 (half life~164 μ s). Po-214, daughter of Bi-214 decays to Pb-210, having a relatively long half life of 22.3 years, is eliminated from the lungs before it decays significantly. Experience shows that most of the radon daughters attach themselves quickly to ambient aerosols . Po-218, the immediate daughter of radon at first, exists as a free and highly mobile ion or atom but within about 20 seconds (under normal environmental conditions), it loses its independence and attaches itself to water vapors, oxygen, trace gases, and dust particles (7, 8). The estimates of the risks posed by radon and its daughters to the underground miners were extrapolated to their indoor levels and it was found that the average indoor concentration of radon in USA corresponds to a chance of causing lung cancer of about 0.4 percent. Indeed, hundreds of thousands of people living in houses in some countries that have high radon levels receive as large an exposure of radiation yearly as the people living in the vicinity of the Chernobyl nuclear power plant did in 1986. The average indoor level represents a radiation dose which is about three times larger than the dose most people get from X-rays and other medical products in the course of their lifetimes.

It has been estimated that among the doses received due to natural radiation sources, radon causes the maximum (about 69%) radiation dose (Figure 2). The radioactive pollutants such as radon and its daughters have received considerable media coverage during the last couple of decades. American Press produced headlines such as 'Colorless Odorless Killer', 'Beast in the Basement', 'Buyer Beware Radon Tests', 'Man Gets Free Gas Here', and 'Radon Lawsuits Feared'. The British Press came out with headlines such as, 'Search for Death Houses', 'Cancer Gas

Guinea Pigs', 'Action Over Killer Gas', 'No Radon Found In Homes', and 'Watch for Radon Cowboys'.

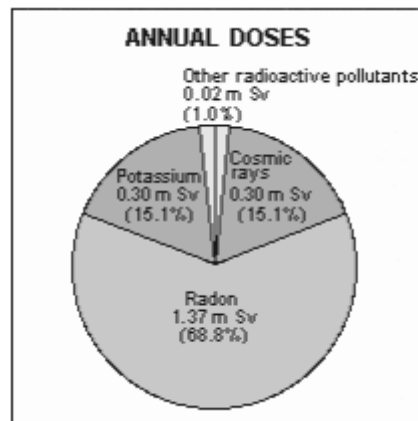


Figure 2: The annual dose due to different natural radiation sources. It is quite evident that the annual dose received due to radon (and its daughters) is the highest and, thus, a grave health hazard.

Measurement methods of indoor radioactive pollutants

Measurement of radon Grab sampling: This method is based upon the collection of discrete samples of air without radon decay products over a short time, followed by the measurement of its decay products. The concentration is measured by methods such as a scintillation flask, two filters, an ionization chamber, etc.

Continuous monitoring: Air is continuously sampled free of radon decay products and measurements are made continuously at fixed intervals of time using (a) electrostatic convergence of 'Po-218' with scintillators or semiconductor detectors, and (b) continuous flow of the filtered air into a scintillation flask, coupled with a photo-multiplier tube.

Integrating measurements: It is a long term measurement of radon levels in containers in which radon enters free of its decay products. The detectors used include (a) Solid State Nuclear Track Detectors (SSNTD) Figure 3, (b) thermo luminescence dosimeters, (c) activated charcoals, and (d) electrets.

Measurement of radon daughter products

Grab sampling: The technique is based upon the collection of radon daughter products on filters and the measurement of the radiations emitted from them. Most of the methods are used for alpha particle measurements. Some of them are based upon the measurement of gamma rays while very few are used for beta measurements. A brief description of the commonly applied systems is given below.

(a) One-count method: Here the Potential Alpha Energy Concentration (PAEC) is estimated. The uncertainty is usually 10- 20%. Such systems are usually applied in underground mines.

(b) Two-count method: The method estimates PAEC in a relatively shorter period of time. It has lower uncertainty than the 'one-count method'.

(c) Three-count method: Here the PAEC is measured much more accurately as compared to both the above mentioned two methods. The three-count method can further be divided into (i) Alpha-gross counting and (ii) alpha-spectroscopy methods.

(i) Alpha-gross counting method: This method counts the alpha particles emitted from Po-218 during the specified counting intervals.

(ii) Alpha-spectroscopy method: In this method alpha activity from Po-218 and Po-214 is obtained. It is the most accurate method, however, the instrumentation is relatively expensive.

Some European surveys for the measurement of indoor radon levels

In the past, a number of countrywide surveys have been carried out for the measurement of radon levels. The table given below shows some of these values.

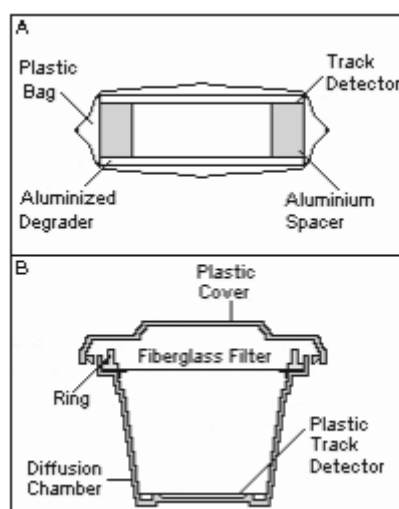


Figure 3: A set of two figures showing two passive type dosimeters for radon concentration measurement. (A) shows a polythene bag type dosimeter. Here only radon permeates through the plastic bag while its daughters present in the atmosphere are filtered out. Tracks are produced by radon (and its daughters produced inside the dosimeter) decaying in the volume of the dosimeter. (B) shows the sketch of a permeation sampler having detector positioned at the closed end and a membrane placed on its open end.

Country/(Area)	Radon Concentration (Bq/m ⁻³)
Austria (Salzburg)	15
Hungary	26
Denmark-Single Apts.	70
Denmark-Flats	82
Norway	160
Sweden	101
Finland	90
U.K. (Cornwall)	390
U.K. (Devon)	210
Ireland	45
Germany	40
Switzerland	225

Measurements in Pakistan

The Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology (PINSTECH) developed and employed an environmental system for the measurement of radon in

some selected houses of Islamabad and Rawalpindi and the surrounding areas. To start with, a survey plan for radon monitoring was prepared. Then volunteers were invited from various localities of Rawalpindi and Islamabad. Most of the people showed their willingness for monitoring of their houses. The dosimeters (enclosed in plastic envelopes Figure 3a) were handed over to the individuals and were fixed at the recommended points in the rooms. After an exposure of about 8-10 weeks, the detectors were retrieved and chemically etched for 90 minutes in 6N NaOH, kept at 50°C. Track density was converted into radon concentration (Bq/m³) by applying the conversion factor for the detectors in the box type dosimeters.

It was found that the average value of radon concentration in stores was the highest when compared with other category of rooms. The radon concentration in the lounges was lower than that found in the bed rooms. The results agree with the fact that less ventilated places have more radon concentrations. The second highest value of radon concentration was found in a kitchen. In Rawalpindi and Islamabad, people use natural gas for cooking. The natural gas might have transported the underground radon with it. The other sources of radon in kitchen are water and the drainage holes. The kitchen doors and indoors are usually kept closed in winter. Therefore, radon concentration may be on the higher side. In winter, the bed rooms and the sitting rooms are closed at night and are open at day time, showing low radon concentration.

Remedial and preventive actions

Studies carried out to devise ways and means of controlling the radioactive pollutants has produced some useful results (7, 8). Certain types of 'surface coatings' and 'sealing of cracks' in the basement floor and walls can considerably reduce the radon levels. Reductions achievable with different sealants show, that even the easily applied paint coat reduce emanation by 30-70% (latex paint) and 50-90% (epoxy paint). The remedial programmes undertaken on these lines have produced quite satisfactory results. An increase in ventilation is found to be very effective in reducing the concentration of radon and its decay products in the indoor air (7, 8).

However, increase in ventilation costs in terms of increased heating expenditure. A way out to this problem is the use of a mechanical ventilation system with heat recovery. If the above described measures fail to reduce the indoor radon concentration sufficiently, diversion of soil gas has to be considered. Active soil ventilation can be achieved by the use of a fan to draw or force soil gas away from the home. Some safety measures against indoor radon build up are (7, 8):

1. To avoid the presence of (a) 'cracks' in the walls of the floor and (b) 'leaky skirting'.
2. To avoid 'loose floor-wall' joints and 'loosely-fitted' pipes.
3. To install sewerage pipes through 'effective' water traps.
4. To employ an efficient ventilation system.
5. To employ a system of 'pumping out' the 'sub-soil gas' under the foundation.
6. To employ a piping system for providing 'easy path' to the 'sub-soil gas' from the 'lower earth layers' of the foundation.
7. To 'seal off' the foundation by means of special foils or sheets.
8. To 'employ a degassing system' for 'foundation drainage'. In order to avoid build up of indoor radon in the new constructions, the following recommendations have been made (7, 8).

In order to avoid build up of indoor radon in the new constructions, the following recommendations have been made (7, 8).

1. Building materials with strong radon exhalation should be avoided in the construction of new buildings/houses.
2. Construction on potentially dangerous ground should not be recommended/allowed in any case.
3. The latest experience shows that it should be possible to construct new dwellings such that radon ingress from the ground can be prevented without radical departure from the conventionally followed building practices: a ventilated crawl space is likely to be sufficient in this regard.

Concluding remarks

One may draw the following conclusions from the above brief description of indoor radioactive pollutants:

1. The pollution problem in the Islamic world has assumed significant importance. This problem has received recognition throughout the world and the government agencies have become aware of the need to control it. The world summit in Rio de Janeiro will greatly help in finding solutions of this explosive problem.

2. The issue of radioactive pollutants has been a subject of considerable importance for the whole world right from the era of the second world war. Whereas much efforts have been made in controlling pollution emanating from industrial scale waste disposal of radioactive materials, relatively lesser attention has been focused on areas like pollution due to radon and its daughter products.

3. The effect of radon pollution on human health (lung cancer) has been fairly established. Surveys have shown definite relation between lung cancer and elevated radon dose intakes.

4. Presence of radon in households and public places due to a variety of reasons has been discovered and studied. The risk of the continuous presence of radon in usual human dwellings on human health warrants more public awareness. Remedial measures must be adopted to avoid the risk of deaths due to over exposures of radon.

REFERENCES

1. Harting FH and Hasse W : Der Lungenkrebs, die Bergkrankheit in den Schneeberger Gruben, Teil I Eulenberg's Vierteljahrschrift., Gerichtliche Medizin und öffentliches Gesundheitswesen, neue Folge, 30:296, 1879.
2. Bettis C and Throckmorton C : What Teachers Should Know about Radon. The Physics Teacher, 29:338-343, 1991.
3. Nero AV : Earth, Air, Radon and Home. Physics Today, 42:32-39, 1989.
4. Nero AV: Airborne Radio nuclide and Radiation in Buildings: A review, Health Phys, 45:303-322, 1983.
5. Fleischer RL : Radon in the Environment-Opportunities and Hazards. Nucl Tracks Radiat Meas, 14:421-435, 1988.
6. Hopke PK : Radon and its Decay Products: Occurrence, Properties and Health Effects. American Chemical Society, Washington DC, 1987.
7. Nazaroff WW and Nero AV : Radon and its Decay Products in Indoor Air, John Wiley and Sons, New York, 1988.
8. Nero AV : Controlling Indoor Air Pollution Sci American, 258:42-48, 1988.
9. Miles JCH : Indoor Radon and Lung Cancer : Reality or Myth? Report of the Twenty-Ninth Hanford Symposium on Health and the Environment, held in Richland, USA, October 15-19, 1990.
10. Cramer R and Burkart W : The Radon Problem. Radiat Phys Chem, 34:251-259, 1989.
11. Sevc J, Kunz E, Tomesek L, Placek V, Horacek J : Cancer in Man After Exposure to Rn Daughters. Health Phys, 54:27-46, 1988.
12. National Research Council Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation. The Health Effects of Radon and Other Internally Deposited Alpha-emitters (BEIR-IV) Washington D.C. National Academy Press, 1988.
13. James AC : A Reconsideration of Cells at Risk and Other Key Factors in Radon Daughter Dosimeter, ACS Symposium Series 331, Radon and its Decay Products: Occurrence, Properties, and Health Effects; Editor Philip K. Hopke, Univ

of Illinois, Published by American Chemical Society, Washington, DC, USA, 400-418, 1987.