

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

Институт Физико-технический

Направление подготовки 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Кафедра Физико-энергетические-установки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование динамики радиационного фона приземной атмосферы

УДК 551.510.7:539.16:577.346:574

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ПФ НИ ТПУ	Трясучев В. А.	д ф-м н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Верховская М.В.	к.экон.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФЭУ	Долматов О. Ю	к.ф.-м.н. доцент		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
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.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
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»**

Институт: Физико-технический

Направление подготовки: (специальность): 14.04.02 Ядерная физика и технологии

Кафедра: Прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми

Тема работы:

Исследование динамики радиационного фона приземной атмосферы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 16.02.2017, N 959/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1) Результаты численных экспериментов по влиянию погодных условий на величину мощности дозы γ -излучения и плотности потока β -излучения в приземной атмосфере. 2) База данных мониторинга полей ионизирующих излучений, метеорологических на экспериментальных площадках ТПУ-ИМКЭС, г. Томск. 3) Результаты анализа научной литературы по теме влияния погодных условий на атмосферный β - и γ -фон.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1) Проведение обзора и анализа литературы по тематике диссертации.

	2) Создание программного кода с использованием программы MATLAB для формирования базы данных по радиационным величинам для графического отображения. 3) Проведение регрессионного анализа экспериментальных данных, выявление зависимостей и влияющих факторов, их анализ. 4) Выводы и заключение.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская М. В.
Социальная ответственность	Гоголева Т. С.
Иностранный язык	Данейкина Н. В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Исследование динамики радиационного фона приземной атмосферы \ To Study the dynamics of background radiation in terrestrial atmosphere	
Методы и приборы измерений \ Materials and methods	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ПФ НИ ТПУ	Трясучев В. А.	д ф-м н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми		

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

Институт: Физико-технический

Направление подготовки (специальность): Ядерные физика и технологии

Уровень образования: Магистратура

Кафедра Прикладной физики

Период выполнения: весенний семестр 2016 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:	6.06.2017
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.03.2017	Обзор и анализ литературы	
08.04.2017	Изучение оборудования, схемы установки детекторов, разработка программного кода в MATLAB	
15.04.2017	Построение зависимостей, поиск влияющих факторов	
29.04.2017	Статистическая обработка экспериментальных данных	
20.05.2017	Анализ результатов и заключение	
27.05.2017	Оформление пояснительной записки, презентации	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф.ПФ НИ ТПУ	Трясучев В. А.	д ф-м н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФЭУ	Долматов О. Ю	к.ф.-м.н. доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми

Институт	Физико-технический	Кафедра	ПФ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценочная карта конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований:</i>	Иерархическая структура работ SWOT-анализ Календарный план-график реализации проекта
3. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности научного исследования</i>	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. Иерархическая структура работ
4. Организационная структура проекта
5. Календарный план проекта
6. Бюджет проекта
7. Определение ресурсоэффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Верховская М.В.	к.ЭКОН.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми

Институт	Физико-технический	Кафедра	ПФ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:	– Вредные факторы: микроклимат, освещение, шумы, электромагнитные поля, ионизирующее излучение. – Опасные факторы: вероятность поражения электрическим током, пожарная и взрывоопасность.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	– Электробезопасность. – Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы. – Пожарная безопасность.

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; – предлагаемые средства защиты (средства индивидуальной и коллективной защиты).
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	– электробезопасность (источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, действия в аварийной ситуации).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM5B	Адегбулугбе Самуэль Канми		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страницы, 19 рисунков, 18 таблиц, 46 источников, 1 прил.

Ключевые слова: бета-излучение; гамма-излучение, приземная атмосфера, динамика, радиационный мониторинг; влияющий фактор.

Объектом исследования является атмосферный β - и γ -фон.

Цель работы: исследование особенностей динамики радиационного β - и γ -фона фона приземной атмосферы и воияющих факторов.

Задачи работы:

1. Обзор и анализ литературы по теме исследования.
2. Изучение оборудования, схемы установки детекторов на экспериментальной площадке ТОРИИ.
3. Разработка программного кода в MATLAB для визуализации и анализа данных.
4. Выявление зависимостей β - и γ -фон от метеорологических величин
5. поиск влияющих на β - и γ -фон факторов.
6. Статистическая обработка экспериментальных данных и анализ результатов.

В процессе исследования проводилась разработка программного кода в пакете MATLAB для визуализации (графического отображения) временных рядов данных плотности потока бета-излучения и мощности дозы гамма-излучения. Также был выполнен поиск влияющих факторов и регрессионный анализ экспериментальных данных.

Степень внедрения: высокая, проект может использоваться в настоящее время и при продолжении дальнейших исследований.

Область применения: физика атмосферы, радиационная экология, радиационная биология, геофизика.

В будущем планируется: полученные результаты будут использованы в создании новой технологии радиационного мониторинга городской среды, которая позволит получать новые данные о структуре и динамике полей ионизирующих излучений и естественной радиоактивности в приземной атмосфере, выявлять особенности и закономерности в их поведении, изучать процессы газообмена в системе грунт-атмосфера, а также взаимосвязи с метеорологическими процессами внутрисуточного, суточного и синоптического масштабов.

Перечень определений

Бета-частицы – электроны и позитроны, испускаемые атомными ядрами, а также свободным нейтроном при бета-распаде.

Гамма-излучение (γ -излучение) – электромагнитное излучение, **Доза излучения** (поглощённая доза) – энергия ионизирующего излучения, поглощённая облучаемым объектом и рассчитанная на единицу массы этого объекта. Доза - основная величина, определяющая радиационное воздействие излучения на объект.

Ионизирующее излучение – это совокупность различных видов микрочастиц и физических полей, обладающих способностью ионизировать вещество, то есть образовывать в нем электрически заряженные частицы – ионы.

Радиационный фон – радиоактивное излучение, присутствующее на Земле от естественных и техногенных источников, в условиях которого постоянно находится человек.

Обозначения и сокращения

ДПР – дочерние продукты распада (радионуклида)

ИИ – ионизирующее излучение

ИИИ – источник ионизирующего излучения

ИМКЭС – Институт мониторинга климатических и экологических систем

КРО – контроль радиационной обстановки

МКРЗ – международная комиссия по радиологической защите

МЭД – мощность эффективной дозы

ПП – плотность потока (ионизирующего излучения)

ППД – полупроводниковый детектор

ППР – плотность потока радона (с поверхности грунта)

ППТ – плотность потока торона (с поверхности грунта)

ТОРИИ – Томская обсерватория радиоактивности и ионизирующих излучений

ТПУ – Томский политехнический университет

Оглавление

Введение	8
1. Обзор литературы	14
1.1 Источники ионизирующего излучения в приземной атмосфере....	14
1.2 Мониторинг радиоактивности воздуха в глобальном масштабе и флуктуации естественного радиационного фона	16
1.3 Особенности динамики радиационного β - и γ -фона приземной атмосферы.....	18
1.4 Суточные вариации радиоактивности в воздухе вблизи земли.....	23
2 Методы и приборы измерений	25
2.1 Методы измерения.....	25
2.1.1 Прямые измерения.....	25
2.1.2 Измерительные приборы и датчики	26
2.1.3 Радиационные детекторы.....	26
2.2 Томская Обсерватория Радиоактивности и Ионизирующих Излучений	27
3. Исследование динамики радиационного фона приземной атмосферы.....	32
3.1 Исследование Влияния Погодных Условий на Радиационные Бета и Гамма – Фон ы в Атмосфере.....	33
3.1.1 Исследование Влияния снежного покрова на Радиационный Фон	34
3.1.2 Исследование влияния температуры на радиационный фон	35
3.1.3 Исследование влияния давления на радиационный фон.....	35
3.2.1 Регрессионный анализ зависимостей	36

3.3 Суточные вариации полей бета и гамма-излучений в поверхностном слое атмосферы	41
3.3.1. Исследование влияния снежного покрова на радиационный фон в суточном цикле.....	42
3.3.2 Исследование влияния температуры на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.)	42
3.3.3 Исследование влияния давления на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.)	43
3.3.4 Исследование влияния солнечной радиации на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.).....	44
3.3.5 Исследование влияния температуры на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.).....	44
3.3.6 Исследование влияния давления на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.).....	45
3.3.7 Исследование влияния солнечной радиации на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.)	45
3.4 Регрессионный анализ зависимостей в суточном цикле	46
3.4.1 Регрессионный и корреляционный анализ для периода 16-21 июля 2012 года	48
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
4.1 Предпроектный анализ.....	51
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52
4.1.2 SWOT-анализ	53
4.2 Планирование управления научно-техническим проектом	55
4.2.1 Иерархическая структура работ проекта	55

4.2.2 Контрольные события проекта.....	56
4.2.3 План проекта	57
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	59
4.3.1 Расчёт материальных затрат.....	60
4.3.2 Расчёт амортизации оборудования для экспериментальных работ	61
4.3.3 Зарплаты на оплату труда исполнителей НТИ.....	63
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	65
4.3.5 Накладные расходы	65
4.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования (НТИ)	66
4.5 Организационная структура проекта.....	67
4.6 Матрица ответственности	68
4.7 Определение ресурсной эффективности исследования.....	70
5 Социальная ответственность	73
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	74
5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ	75
5.2.1 Организационные мероприятия	75
5.2.2 Технические мероприятия	75
5.2.3 Условия безопасной работы	78
5.4 Электробезопасность.....	80
5.5 Пожарная безопасность.....	82
Список использованных источников	85

Введение

Фоновое излучение вездесуще, и оно повсеместно встречается в природе. Его источниками являются космические лучи (из космоса и от Солнца) и земная радиоактивность в почве, строительный материал в воздухе, воде, пищевых продуктах и организме человека. Мы все подвержены воздействию ионизирующей радиации из природных источников во все времена. Это излучение называется естественным радиационным фоном. Фоновое излучение постоянно присутствует в природной среде Земли, которая излучается естественными и искусственными источниками. Естественная радиоактивность имеет широкое распространение в среде Земли; она существует в почве, растениях, воде и воздухе.

Атмосфера Земли составляет в целом тонкий газообразный конверт, который окружает твердые и жидкие поверхности земли. Атмосфера Земли состоит в основном из молекулярного азота и кислорода. Чистый сухой воздух содержит около 78% азота, 21% кислорода, 1% аргона и 0,33% углекислого газа. Кроме того, земная атмосфера содержит водяной пар и твердые частицы (аэрозоли), такие как пыль, капли воды, копоти и льда, которые сильно различаются [9]. Фактический состав атмосферы изменяется в зависимости от географического положения, высоты и времени года.

Основными источниками естественного фонового излучения являются радиоактивные вещества в земной коре, являющиеся эманацией радиоактивного газа от Земли, космических лучей из космоса, которые бомбардируют Землю, и определенные количества радиоактивности в организме. Воздействие излучения в основном происходит от естественного радиационного фона (85%). Оценка гамма доз облучения от природных источников имеет особое значение, так как естественное излучение является наиболее крупным источником внешнего облучения для населения во всем мире [3]. Воздействие на человека проявляется в ионизирующей радиации из природных источников, что является непрерывным процессом и особенностью жизни на Земле (НКДАР Report 2000).

На протяжении всей истории жизни на Земле организмы постоянно подвергаются воздействию излучений от радионуклидов, полученных в результате взаимодействия космических лучей в атмосфере и излучениях из встречающихся в природе веществ, которые пространственно распределены во всех живых и неживых компонентах биосферы. [12].

Источники космических лучей включают в себя наше Солнце, как в качестве стационарного источника, так и случайных всплесков в солнечных вспышках. Так называемые аномальные космические лучи приходят из внешней части Солнечной системы, где есть фронт ударной волны между уходящим «солнечным ветром» и межзвездной средой. Сверхновые звезды, как полагают, производят космические лучи до 10^{15} эВ [3]. Поскольку появилось несколько сверхновых звезд за столетие в нашей галактике, и время пути велико, космический фон излучения довольно постоянен. (Ерлыкина и Вольфендейл 2006, 2010). Высокоэнергетические космические лучи, вплоть до 10^{21} эВ, как полагают, были получены из активных галактических ядер (Abraham и др 2007.) и / или гамма-всплесков [3].

Излучение с низкой энергией (α , β , и гамма-лучи) в локальной среде зависит от наличия радионуклидов и газа радона в регионе. Местное геологическое образование, вторичное космическое излучение и деятельность человека улучшают эти излучения в той же среде. Это излучение с достаточным количеством энергии ($E > 12$ эВ) может ионизировать атом. Ионизирующее излучение называется "фон" или фоновое излучение, которое в конкретном регионе является суммой этих компонентов.

Геологическое происхождение излучение в значительной степени является результатом распада радиоактивных изотопов калия (^{40}K), урана (^{238}U) и тория (^{232}Th). Радиоактивный распад ядра может испускать альфа-излучение, бета, гамма или рентгеновские лучи. Более того, они от природных радиоактивных изотопов, принадлежащих каждой серии распада. Другим основным источником ионизирующего излучения на границе почва-воздух

является радон (^{222}Rn), который также образуется при распаде урана и тория. В свою очередь, радиоактивный распад радона производит (^{218}Po), (^{214}Pb) и (^{214}Bi), которые можно наблюдать в воздухе около земли присутствием альфа-частиц, X и гамма. Важным фактом, связанным с радоном, является то, что во время дождя концентрация, близкая к земле, может увеличиться из-за транспортировки этого газа в виде мелких капель дождя. Излучение от космического компонента (первичного и вторичного), полученного в нижних слоях атмосферы, мало изменяется с течением времени. Тем не менее, оно в значительной степени зависит от широты и высоты над поверхностью Земли. Это космическое излучение производит "широкие атмосферные ливни", состоящие из частиц и фотонов, которые достигают поверхности Земли. Искусственные ионизирующие излучения, производимые людьми, используются в различных сферах, таких как медицина, стоматология и научно-исследовательские отрасли.

Человек подвергается воздействию ионизирующего излучения, испускаемого спонтанно встречающимися в природе атомами, такими как (^{238}U) и (^{232}Th), с тех самых пор его существования на земле. Три типа излучений, а именно, альфа, бета и гамма, излучаемые различными радиоактивными материалами, которые отличаются по своей энергии и проникающей способности. Рост атомной энергетики создал другие источники воздействия, как осадки от испытаний оружия, радиоактивные выбросы из операций ядерных реакторов и аварий, воздействие радиоактивных отходов, промышленное, медицинское и сельскохозяйственное использование радиоизотопов. Тем не менее, основной вклад в среднегодовое фоновое излучение вносится из природных источников. Воздействия из природных источников обусловлены (а) внешним источником внеземного происхождения (космические лучи); (б) источником земного происхождения радиоактивных нуклидов, находящихся в земной коре, в атмосфере и в производстве строительных материалов); (с) внутренним облучением от радионуклидов, полученным из организма через проглатывание пищевых материалов и т.д.; и (d) помещением экспозиции

ингаляции за счет радона (^{222}Rn), торона (^{220}Rn) и их производных. Некоторые из этих воздействий являются относительно постоянными и равномерными для всех людей во всем мире; в то время как другие изменяются в зависимости от местоположения и в связи с повышенным уровнем естественных радиоактивных веществ, таких как уран (^{238}U) и торий (^{232}Th) в конкретных локализованных областях. Все воздействия, за исключением тех, что от прямого космического излучения, производятся радиоактивностью от природных радионуклидов, присутствующих в окружающей среде. Доминирующие наземные эффекты ионизирующего излучения можно видеть из многих точек зрения, для многих из источников, которые мы рассматриваем, наиболее важное влияние носит косвенный характер - ионизация атмосферы, приводящая к истощению озонового слоя в стратосфере. Это истощение приводит к биологическому повреждению из-за солнечного УФ-излучения (например, увеличенный риск заболеванием раком, дефекты при рождении) [3].

Для анализа в данной научно-исследовательской работе используется MATLAB для вычисления. MATLAB представляет собой пакет программ, специально разработанных для быстрых и легких научных расчетов. Он имеет буквально сотни встроенных функций для самых разнообразных вычислений и многих инструментариев, разработанных для конкретных исследовательских дисциплин, включая статистику, оптимизацию, решение дифференциальных уравнений, анализ данных и т.д. Наличие технической вычислительной среды, такой как MATLAB, изменило роли и применения компьютерных лабораторных проектов, что развивает у студентов более интенсивной опыт решения проблем. Эта доступность также дает возможность легко проводить численные эксперименты и для решения реалистичных и более сложных задач.

MATLAB является языком высокой производительности для технических вычислений. Он интегрирует вычисления, визуализацию и среду программирования. Кроме того, MATLAB представляет собой современный язык программирования: она имеет сложные структуры данных, содержит

встроенные редактирование и отладки инструментов, а также поддерживает объектно-ориентированное программирование. Эти факторы делают MATLAB отличным инструментом для обучения и научных исследований. MATLAB имеет много преимуществ по сравнению с обычными компьютерными языками (например, C, FORTRAN) для решения технических проблем. MATLAB представляет собой интерактивную систему, чьи основные элементы данных является массивом, который не требует задания размеров. Пакет программного обеспечения был коммерчески доступным с 1984 года, и в настоящее время рассматривается в качестве стандартного инструмента в большинстве университетов и промышленности во всем мире. Он имеет мощные встроенные процедуры, которые позволяют проводить очень широкий спектр вычислений. Он также имеет простые в использовании графические команды, которые создают визуализацию результатов. Специальные приложения собраны в пакеты, указанные в качестве инструментов. Есть наборы инструментов для обработки сигналов, символьных вычислений, теории управления, моделирования, оптимизации и некоторых других областей прикладной науки и техники.

Однако главная цель данного исследования заключается в установлении зависимости сезонных изменений атмосферного бета и гамма фонового излучения на разной высоте от температуры, давления, снежного покрова, скорости ветра и других связанных с ними атмосферных переменных. Для решения выше поставленных целей исследования, необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор и анализ литературы по данной тематике;
- создать программный код с использованием программы MATLAB для формирования базы данных по радиационным величинам для графического отображения;

- провести регрессионный анализ экспериментальных данных, выявить зависимости и влияющие факторы, их анализ;
- сделать соответствующие выводы и заключение;

Исследование проводилось на кафедре Прикладной Физики Томского Политехнического Университета.

1. Обзор литературы

1.1 Источники ионизирующего излучения в приземной атмосфере

Радиационный контроль, включающий мониторинг изменения гамма-фона, является основной задачей обеспечения состояния защищенности населения от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения [7].

Многочисленные исследования показали, что на изменение мощности дозы гамма-излучения влияют многие факторы: температура (Bekman et al.,), атмосферное давление [7,8]. относительная и абсолютная влажность воздуха (Bekman et al.,), направление и сила ветра [8], землетрясения и др. Как известно, изменения интенсивности радиационного поля связаны с двумя группами факторов: земными (миграция радионуклидов под влиянием смены направлений ветров, морских течений и т.п.) и внеземными (изменение интенсивности космического излучения, достигающего поверхности; возникновение вторичных излучений из-за образования радионуклидов в процессе взаимодействия космического излучения с элементами почвы, морской воды и т.п.). Остальные радиационные величины, такие как объемная активность изотопов радона и дочерних продуктов их распада (ДПР), плотность потока β -излучения в атмосфере, плотность потока радона с поверхности грунта, измеряются при эпизодическом контроле.

Зависимость радиационного фона от атмосферного давления носит явно выраженный экстремальный характер: интенсивность радиации максимальна при давлении 753 мм рт.ст. и минимальна при малых (740 мм рт.ст) и больших (776 мм рт.ст [8]. В целом, увеличение относительной влажности воздуха приводит к уменьшению интенсивности радиационного фона. Основное падение интенсивности радиационного поля приходится на интервал от 75 до 90 % влажности, тогда как в интервалах влажности 55 – 75 % (высокое значение фона) и 95 – 100 % (низкое значение фона) гамма-фон практически не зависит от

влажности. Интенсивность радиационного фона зависит и от направления ветра: по мере приближения направления ветров к северному значения фона имеют тенденцию к возрастанию. Наибольшие значения фона достигаются при скорости ветра 4 – 12 м/с; как штиль, так и шторм приводят к низким значениям радиационного фона. Сравнение графиков изменения интенсивности радиационного поля и метеорологических параметров (Bekman et al.,), показывает, что в первом приближении можно считать, что гамма-фон изменяется в фазе с температурой атмосферы и в противофазе с давлением и влажностью. Однако более детальный анализ показывает, что в разные времена года интенсивность гамма фона то увеличивается с ростом какого-то конкретного метеорологического параметра, то уменьшается, а то вообще он него не зависит. Поэтому вопрос о характере влияния метеопараметров на гамма-фон требует более тщательного изучения и вовлечения в анализ данных по флуктуации климатических параметров за несколько лет [8]. В 2009 – 2010 годах группа исследователей Полярного геофизического института КНЦ РАН исследовали возрастания интенсивности гамма (рентгеновского) излучения в приземном слое атмосферы во время осадков в Апатитах и на Шпицберген. Была обнаружена явная связь между возрастаниями и дождевой (снеговой) облачностью. Были получены энергетические спектры гамма-излучения в хорошую погоду и при выпадении осадков. В них отсутствуют спектральные линии, характерные для атмосферных радионуклидов. Проведенное исследование позволило считать основной причиной возрастания гамма-излучения во время осадков тормозное рентгеновское излучение энергичных электронов, ускоренных электрическими полями внутри дождевых (снеговых) облаков [10].

1.2 Мониторинг радиоактивности воздуха в глобальном масштабе и флуктуации естественного радиационного фона

В глобальном масштабе мониторинг качества воздуха обеспечивает важные данные для сравнения воздействия на окружающую среду радиоактивности из антропогенных источников и естественных для изучения глобальных атмосферных процессов [14]. Большая часть радионуклидов из воздуха прикреплена к аэрозолям, и их концентрация в воздухе на уровне земли, в основном из-за поведения аэрозолей в атмосфере. Аэрозоли играют важную роль в атмосферных процессах в качестве носителей атмосферных материалов и доступных поверхностей для различных химических процессов. Радионуклиды могут быть использованы, для того чтобы проследить их траекторию, а также перенос озона в атмосфере [14]. Среди природных радионуклидов в воздухе, радон (^{222}Rn) и его производные (^{210}Pb , ^{210}Bi , ^{210}Po) являются наиболее значимыми, в то время как ^{131}I , ^{137}Cs и ^{90}Sr представляют большой интерес среди продуктов деления. Наиболее часто радионуклиды, отслеживаемые на уровне земли, космогенные ^7Be , естественные ^{210}Pb и антропогенные. ^{137}Cs . Бериллий-7 (период полураспада 53.28 дней). производится космическими лучами в процессах с легкими элементами (N, O, C) в верхней тропосфере и нижней стратосфере, и ее среднегодовые концентрации являются хорошим индикатором изменений в атмосфере из-за интенсивности космических лучей, и они коррелируют обменные процессы со стратосферой-к-тропосфере [14]. Концентрации ^7Be в воздухе при средних широтах выставляют максимумы весной / летом, что связано с сезонным истончением тропопаузы, что позволяет стратосферным массам, богатыми ^7Be , войти в тропосферу [13]. Концентрация ^7Be в воздухе осуществляется путем обмена воздуха между стратосферой и тропосферой вертикальным перемешиванием.

Интенсивность радиационного поля на поверхности Земли не является постоянной: она изменяется как в пространстве, так и во времени. Уровни земной

радиации зависят от концентрации радионуклидов в том или ином участке земной коры. В местах проживания основной массы населения они примерно одного порядка. Так, согласно исследованиям, проведенным во Франции, ФРГ, Италии, Японии и США, примерно 95 % населения этих стран живет в местах, где мощность дозы облучения от земных источников радиации составляет в среднем от 0,3 до 0,6 мЗв в год. Но некоторые группы населения получают значительно большие дозы облучения: около 3 % получает в среднем 1 мЗв в год, а около 1,5 % более 1,4 мЗв в год. Но есть места, где уровни земной радиации намного выше. Неподалеку от города Посус-ди-Калдас в Бразилии на небольшой возвышенности уровень радиации в 800 раз превосходит средний (250 мЗв/год).

Чуть меньшие уровни радиации зарегистрированы на морском курорте, расположенном в 600 км к востоку от этой возвышенности. Гуарапары – небольшой город с населением 12 тыс. человек – каждое лето становится местом отдыха 30 тыс. курортников. На отдельных участках его пляжей зарегистрирован уровень радиации 175 мЗв в год. Местные населенные пункты стоят на песках, богатых торием. На юго-западе Индии 70 тыс. человек живут на узкой прибрежной полосе длиной 55 км, вдоль которой также тянутся пески, богатые торием. Данная группа лиц получает в среднем 3,8 мЗв в год на человека. Из них более 500 человек получают свыше 8,7 мЗв в год, а 60 – более 17 мЗв, что в 50 раз больше средней годовой дозы внешнего облучения от земных источников радиации. В Иране, в районе городка Рамсер, где бьют ключи, богатые радием, уровни радиации составляют до 400 мЗв в год [11].

Изменения во времени интенсивности радиационного поля связаны с двумя группами факторов: земными (миграция радионуклидов под влиянием смены направлений ветров, морских течений и т.п.) и внеземными (изменение интенсивности космического излучения, достигающего поверхности; возникновение вторичных излучений из-за образования радионуклидов в процессе взаимодействия космического излучения с элементами почвы, морской воды и т.п.) (рис.3). На характер флуктуаций радиационного поля

существенное влияние оказывает изменение во времени метеорологических параметров: температуры, атмосферного давления, относительной и абсолютной влажности воздуха, направления и силы ветра (рис.4). В настоящее время полагают, что основной вклад во временные флюктуации интенсивности земного радиационного фона вносит изменение содержания в атмосфере радона и продуктов его распада [12,13]

В неподвижном воздухе тяжелый радон обычно прижат к почве и его концентрация наибольшая на первых этажах. За время миграции из почвы к верхним этажам радон успевает распасться. Концентрация радона в атмосфере существенно зависит от температуры. Поскольку температура в течение суток изменяется периодически, то и концентрация радона также циклически изменяется. Подобные колебания концентрации радона происходят не только в атмосфере, но и почвах, особенно на малых глубинах. На колебания концентрации радона в атмосфере существенное влияние оказывают температура (среднее значение и амплитуда колебания, разность температур почвы и атмосферы), атмосферное давление, тип (снег, дождь, туман) и интенсивность осадков.

1.3 Особенности динамики радиационного β - и γ -фона приземной атмосферы

Измерение бета и 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. В

случае чрезвычайной ситуации β -радиоактивность из-за актинидов и продуктов деления, например, из радиоактивных осадков, были бы обнаружены. Уровень радиоактивности воздуха в таком случае будет выше естественного фона вследствие радона, выделяемого в атмосферу от наземных радионуклидов ^{238}U и ^{232}Th в земле. 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 бета и гамма-излучений полей привлекло большое внимание к замечательным свойствам радионуклидов и ионизирующих излучений, активно использующихся с древних времен для получения новых знаний о динамических процессах в атмосфере и литосфере, а также прогнозирования природных и техногенных опасностей. Ионизирующее излучение (ИК) и естественная радиоактивность имеют огромное значение в радиозэкологии и радиобиологии, радиационной защите, строительстве и геофизике. Атмосферное поле ИК представляют особый интерес в области радиозэкологии 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 соответствие 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 [27].

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 [5].

Повышение температуры усиливает высвобождение радионуклидов из почвы путем высушивания [42], но не концентрации радионуклидов в слоях атмосферы вблизи почвы (Сесана и др., 2003). 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 (EURADOS Report, 1999). 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 (EURADOS Report, 1999). 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 (Бернетт и др 2010; Mercier и др., 2009).

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 [39]

В некоторых других связанных с ними исследований были предприняты усилия по изучению изменения естественного роста рентгеновского фона во время осаднения, 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 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 (Балабин и др., 2012).

1.4 Суточные вариации радиоактивности в воздухе вблизи земли

Суточное изменение альфа (α) радиоактивности в воздухе вблизи земной поверхности и гамма-радиоактивности, излучаемой из земли, было зафиксировано в северо-восточной части Греции [5]. Метеорологические данные по температуре воздуха и влажности были одновременно записаны. В течение 24 часов типичного дня альфа-радиоактивность достигает пика утром, за которым следует значительное снижение, второй пик приходится на вторую половину дня. Более того, подтверждается ее значительная зависимость от температуры и влажности воздуха: она растет с увеличением влажности и снижения температуры. [44].

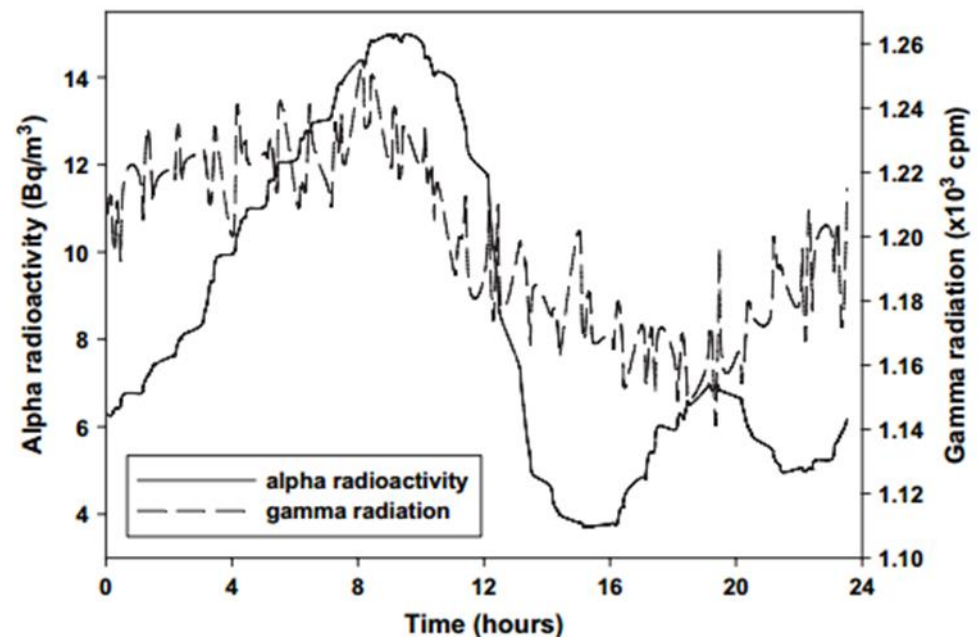


Рис. 2.1. Изменение радиоактивности в воздухе в течение типичного дня

2 Методы и приборы измерений

2.1 Методы измерения

Методы измерения, используемые для получения данных поля, могут быть разделены на две категории, обычно известные как обследование сканирования и прямые измерения. Решение использовать метод измерения в рамках плана обследования определяется моим научным руководителем, моими целями исследования.

2.1.1 Прямые измерения

Для того, чтобы провести прямые измерения альфа, бета и фотонов фоновой активности, инструменты и методы обеспечивают требуемую чувствительность обнаружения. Тип инструмента и способ выполнения прямого измерения выбираются путем определения типа потенциального загрязнения, требования к измерению чувствительности, а также целей радиологического обследования. Прямые измерения проводятся путем размещения прибора на соответствующем расстоянии над поверхностью, по меньшей мере, на разумной высоте 50 м, расположенный вдали от препятствий, таких как здания, деревья и т.д. На этой высоте измерения проводятся в течение заранее определенного интервала времени (например, 10 сек, 60 сек, и т.д.). Поминутный интегрированный метод подсчета является практической процедурой обследования поля для большинства оборудования и обеспечивает чувствительность обнаружения. В качестве альтернативы, прямые измерения могут быть проведены на местах систематических обследований и обзоров сканирования.

2.1.2 Измерительные приборы и датчики

Портативный германиевый детектор или гамма-спектрометр могут быть использованы для оценки концентрации гамма-излучающих радионуклидов в полевых условиях. Как и в лаборатории, на основе германиевого детектора с многоканальным анализатором на месте гамма-спектрометрии можно различить среди различных радионуклидов гамма и рентгеновское излучение энергии для обеспечения специфического измерения нуклидов. Калиброванный детектор измеряет плотность потока первичных фотонов при определенных энергиях, характерных для конкретного радионуклида (NRC 1995b). Этот показатель плотности энергии затем можно быть преобразовать в единицы концентрации. При определенных условиях показатель плотности энергии можно непосредственно дозировать. Показатель плотности энергии следует считать основным параметром для оценки уровня излучения в определенном месте, так как он является непосредственно измеримой физической величиной.

2.1.3 Радиационные детекторы

Традиционные инструменты излучения состоят из двух компонентов, а именно: детектор излучения и электронное оборудование, которое обеспечивает питание детектора и отображение. Выбор и правильное использование соответствующих инструментов как для прямых измерений, так и лабораторных анализов, вероятно, будет наиболее важным фактором обеспечения точности исследования. Конкретные возможности детектора излучения будут устанавливать свои потенциальные возможности применения при проведении конкретного типа обследования. Детекторы излучения можно разделить на четыре основных класса, основанных на материале детектора или применениях. Эти категории: 1) газонаполненные детекторы, 2) сцинтилляционные детекторы, 3) твердотельные детекторы, 4) пассивные интегрирующие детекторы.

2.2 Томская Обсерватория Радиоактивности и Ионизирующих Излучений

С 2009 года по настоящее время НИ ТПУ совместно с ИМКЭС изучает влияние метеопараметров на динамику бета- и гамма-фона с учетом региональных исследований. База данных мониторинга, находящаяся в свободном доступе, предоставляет собой количественное описание метеопараметров.

В качестве характеристик полей ИИ приземной атмосферы были выбраны плотности потоков (ПП) β - и γ -излучений, мощности поглощенной дозы β - и γ -излучений. Характеристики полей ИИ регистрировали различными типами детекторов (сцинтилляционные, газоразрядные), расположенными на серии высот от 10 см до 35 м в открытой атмосфере. Параллельно с экспериментами проведено моделирование зависимости перечисленных характеристик полей ИИ от влажности грунта и высоты над земной поверхностью (высоты расположения детектора ИИ) [15]

Для радиационного мониторинга была создана Томская обсерватория радиоактивности и ионизирующих излучений (ТОРИИ), которая включает лабораторию дозиметрии (10-й корп. ТПУ) и 2 экспериментальные площадки, расположенные на прилежащей к зданию ИМКЭС СО РАН территории и на мезонине здания.

С конца 2008 г. и по настоящее время проводится инспектирование характеристик полей альфа-, бета- и гамма-излучений на высотах 10 см, 1, 5, 10, 25, 30 и 35 м в приземном слое атмосферы и на глубинах 10, 20, 50 см, 1 и 5 м в грунте соответственно схеме, представленной на рисунке 3.1. Площадка для проведения экспериментов располагается во дворе ИМКЭС, при этом она огорожена металлическим забором, а территория просматривается тремя

видеокамерами в режиме реального времени и продолжается на мезонине здания.

Универсальный комплекс включает лабораторный стенд «AtRad», состоящий из стандартной метеорологической мачты высотой 10 м, к которой при помощи хомутов прикреплены газоразрядные счетчики β - и γ -излучений и сцинтилляционные детекторы ИИ. Счётчики с помощью коаксиальных 50-омных кабелей соединяются с устройством питания и преобразования импульсов излучения в TTL формат. Сформированные в TTL форму импульсы передаются в восьмиканальное счетное устройство. Работающий в счётном режиме, выполненный в виде PCI платы, производимой компанией «Парсек» г. Дубна, и работающий совместно с ЭВМ восьмиканальный АЦП выступает в роли сборщика данных.

К каждому из четырёх газоразрядных счетчиков, детектирующих бета + гамма-излучение и располагающихся на метеорологической мачте на четырёх уровнях высоты, приспособлены однотипные счетчики, закрытые алюминиевым и пластиковым корпусами и детектирующие только гамма-излучение. Следовательно, по разности скорости счета импульсов между парными счетчиками, расположенными на одной высоте, можно выделять «чистый» бета-фон, одновременно получая временные ряды данных о гамма- и бета-излучениях с частотой дискретизации 2 минуты.

На экспериментальных площадках для мониторинга плотности потоков бета- и гамма-излучений и мощности амбиентного эквивалента дозы γ -излучения в приземной атмосфере используются газоразрядные счетчики γ - и жесткого β -излучения СТС-6 и СБМ-19, высокочувствительные сцинтилляционные интеллектуальные блоки детектирования БДПБ-01, БДПА-01 (АТОМТЕХ, Беларусь) на высотах 10 см, 1, 5, 25, 30 и 35 м и на глубинах 0,1; 0,2; 0,5 и 1 м, а также высокочувствительные сцинтилляционные интеллектуальные блоки детектирования γ -излучений БДКГ-03 (АТОМТЕХ, Беларусь) на высотах 1,5 и

25 м и на глубине 0,5 м. Выбор этих детекторов был сделан исходя из требований к широкому диапазону условий эксплуатации, поскольку блоки БДПА-01 работают в диапазоне температур от -30 до $+50^{\circ}\text{C}$, и относительной влажности – вплоть до 98%. Наземные детекторы ИИ закреплены на 2-х метеорологических мачтах.

Параллельно производится мониторинг плотности потоков радона и торона с поверхности грунта, для этого установлены 4 комплекса собственной разработки, подтвержденные патентами РФ. Для измерения объемной активности изотопов радона, дочерних продуктов их распада, эквивалентной равновесной объемной активности радона, коэффициента равновесия между радоном и ДПР, величины потенциальной энергии альфа-частиц (РАЕС) используются радиометры радона РРА-01М-03 и РГА-06П (РФ), радиометр ЭРОА радона РАМОН-01Н (Казахстан) и радиометр ОА радона и торона и ДПР RTM 2200 (фирма SARAD, Германия).

Дополнительно, для того, чтобы изучать динамику объемной активности почвенного радона, не возмущенную изменением метеоусловий, была выполнена установка сцинтилляционного NaI(Tl) детектора на большой глубине – 5 м. Чтобы производить разделение сигналов от γ -излучающих продуктов распада радона и почвенных радионуклидов, детектор соединен с многоканальным анализатором импульсов. Схема методики измерений представлена на рисунке 3.1.

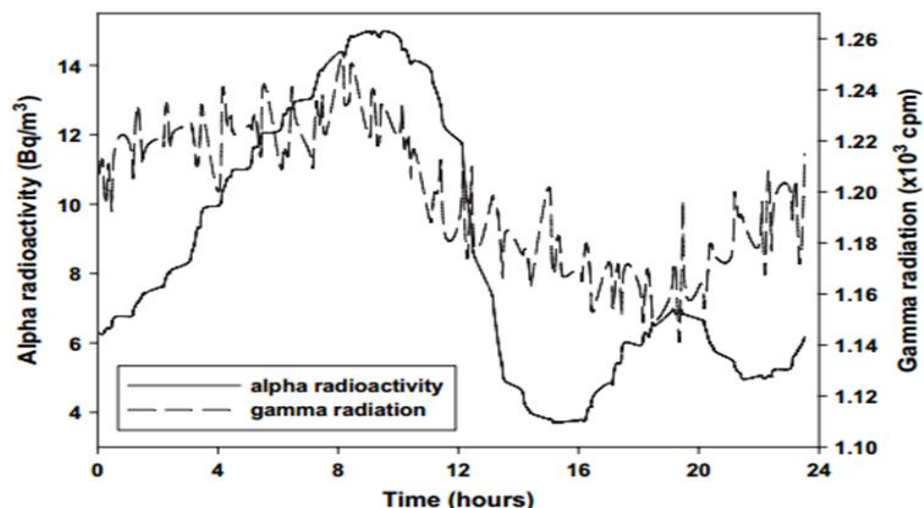


Рис. 3.1. Схема мониторинга характеристик полей ионизирующих излучений в системе атмосфере

Мониторинг метеорологических, актинометрических и атмосферно-электрических величин (температура приземного слоя атмосферы T , давление p , относительная влажность h , скорость и направление ветра, температура поверхности T_p и подповерхностные температуры T_s на серии глубин) в ИМКЭС СО РАН проводится с помощью автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС). В её состав включены дополнительно измерители напряжённости электрического поля атмосферы E «Поле-2», полярных электропроводностей L_- , L_+ атмосферного воздуха «Электропроводность-2», а также детектор мощности дозы γ -излучения на основе газоразрядных счетчиков, расположенный внутри помещения, которое находится непосредственно под измерительной площадкой.

Параллельно, измерения основных метеопараметров и характеристик турбулентности с тактом в 1 минуту ведутся с помощью ультразвуковой метеостанции АМК-3, представляющей собой новое поколение метеорологических приборов (разработка ИМКЭС СО РАН, (Федеральный закон, 1999). Приходящая солнечная радиация P_g измеряется пиранометром Kipp & Zonen CM-11 и фотометром NILU-UV-6T. Такт съема данных до октября 2007 г. составлял 1 мин, а с октября 2007 г. уменьшен до 30 сек.

Измерительная метеобудка располагается на высоте 25 м (на мезонине здания ИМКЭС), внутри установлены два детектора СБМ-19, один из которых помещен в алюминиевый и пластиковый кожух. Источник питания БНВ-30 и блок питания в стандарте ВЕКТОР обеспечивают высоковольтное питание детекторов.

3. Исследование динамики радиационного фона приземной атмосферы

Данная исследовательская работа заключается в исследовании динамики вертикального профиля β -плотности потока и γ -мощность дозы в поверхностном слое земной атмосферы в годовом и дневном масштабах времени. То есть, изучается влияние параметров погоды, таких как температура, давление и осадки на профильные измерения фоновых β -плотности потока и γ -мощность дозы в поверхностном слое атмосферы. Данные, использованные для этой исследовательской работы, были собраны из полевых измерений в Томском политехническом университете, 634050, Томск, пр. Ленина, 30, - - Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 10/3 Академическая, 634055, Россия (ТПУ-ИМЭС СО РАН). Значительное содействие в сборе этих данных было получено от моего научного руководителя, профессора. В. С. Яковлева из Национального исследовательского Томского политехнического университета. Для анализа данных, полученных из измерений поля профиля, были использованы программные коды и основные программы MATLAB, Excel. Также данные программы были использованы для визуализации, статистического анализа и графического представления годовых и суточных вариаций метеорологических параметров, упомянутых выше.

3.1 Исследование Влияния Погодных Условий на Радиационные Бета и Гамма – Фон ы в Атмосфере.

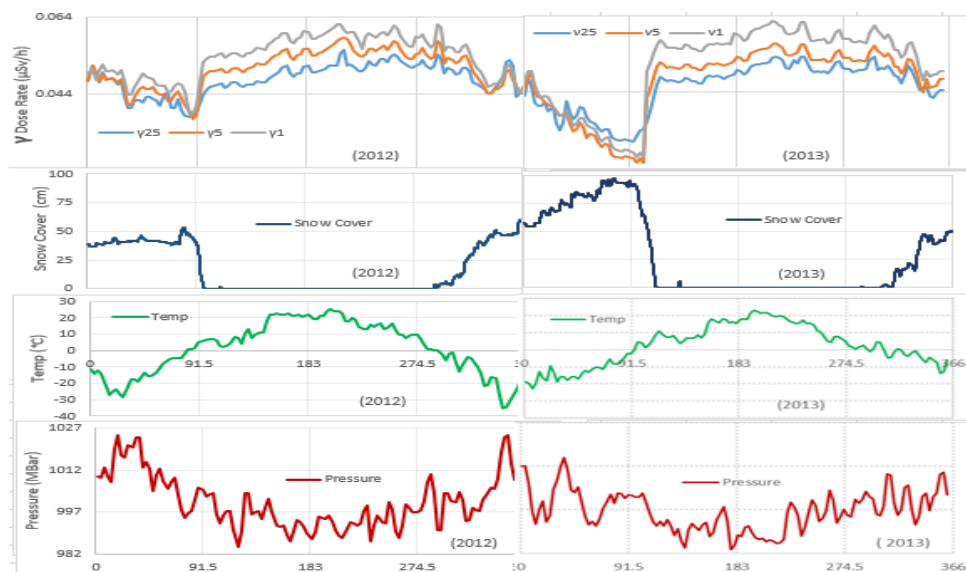


Рис 3.2. Вариации уровня γ - мощности дозы приземной атмосферы на серии высот в годовом цикле.

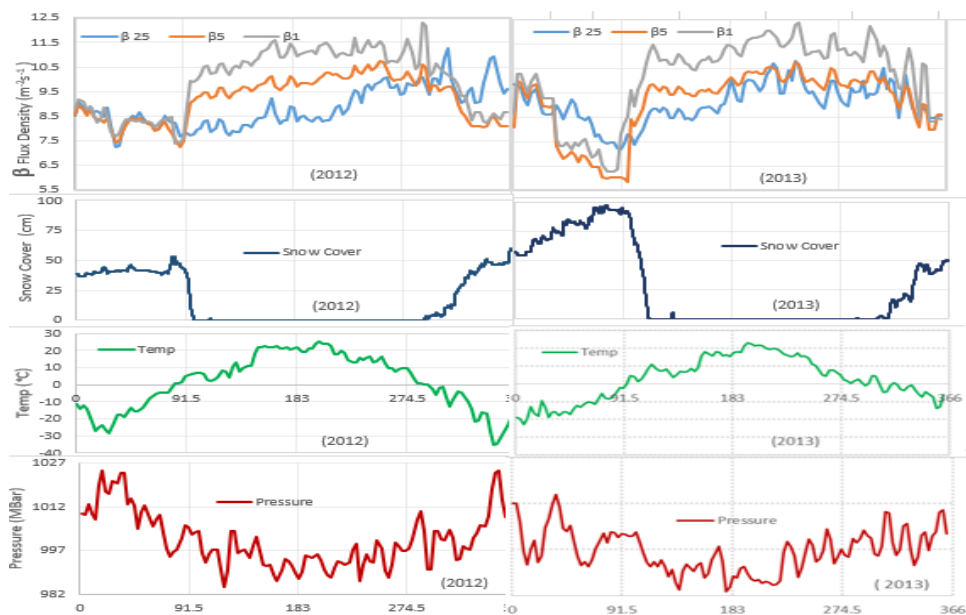


Рис 3.3. Вариации уровня β - плотности поток приземной атмосферы на серии высот в годовом цикле

3.1.1 Исследование Влияния снежного покрова на Радиационный Фон

На рис. 3.2 график на второй строке показывает динамику и годовую изменчивость глубины снежного покрова в течение двух лет подряд (2012-2013 гг.) И выше этого графика мы имеем графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фона γ -мощности дозы в атмосфере также в течение двух последовательных лет (2012-2013 гг.). И из этих графиков видно, что существует корреляция между глубиной снежного покрова и фоновой γ -мощностью дозы в атмосфере. Например, к концу первой четверти наблюдается резкое уменьшение глубины снежного покрова от 40 см до нуля (рис. 3.2, 2012 г.), и аналогичным образом происходит соответствующее увеличение значения фоновой γ -мощности дозы в атмосфере от 0,034 до 0,054 мкЗв /ч (рис. 3.2, 2012 г.), а также в четвертом квартале 2012 г. наблюдается резкое увеличение глубины снежного покрова от нуля до 55 см (рис. 3.2, 2012 г.). И аналогичным образом происходит соответствующее уменьшение значения фонового уровня γ - мощности дозы в атмосфере примерно от 0,060 до 0,044 мкЗв / ч (рис. 3.2, 2012).

В 2013 году с начала первого квартала и до конца первой четверти наблюдается устойчивое увеличение глубины снежного покрова с 55 см до 100 см (рис. 3.2 снег, 2013 год), и аналогичным образом происходит соответствующее снижение фонового уровня γ - дозы в атмосфере от 0,044 до 0,254 мкЗв/ч (рис. 3.2, 2013), а также в четвертом квартале 2013 года наблюдается обратная зависимость между глубиной снежного покрова и фоновым уровнем γ – мощности дозы в атмосфере.

На рис. 3.3 график на второй строке показывает динамику и годовую изменчивость глубины снежного покрова в течение двух лет подряд (2012-2013 гг.) И выше этого графика мы видим представление результатов обработки данных полевого мониторинга β - плотности потока в атмосфере также в течение

двух лет подряд (2012-2013 гг.). И на этих графиках можно отметить сильную корреляцию, как на рис. 3.2.

3.1.2 Исследование влияния температуры на радиационный фон

На рис. 3.2 и 3.3 график на третьей строке показывает динамику и годовую изменчивость температуры воздуха в течение двух последовательных лет (2012-2013 гг.), А график в первой строке - графическое представление результатов обработки данных (2012-2013 гг.), И из этих графиков ясно, что существует разумная корреляция между температурой воздуха и фоновым уровнем γ -мощности дозы и β - плотности потока в атмосфере. Например, в 2012 и 2013 годах максимальные значения и тренд были получены в период между 183 и 275 днями (летом) в году, который является третьим кварталом года с максимальной температурой 28 °С, и эти максимальные значения и тенденции также отображались в фоновом уровне γ - мощности дозы и β -плотности потока в атмосфере в течение двух последовательных лет (2012-2013 гг.), То есть в течение этого периода года максимальное значение для фонового уровня γ -мощности дозы на высоте 1, 5 и 25 м составляет примерно 0,06, 0,057, 0,054 мкЗв / ч, тогда как фоновой β - плотности потока в 2013 году только на 1,5 и 25 м составляет приблизительно 12,5, 10,5 и 10,5 м⁻² с⁻¹.

3.1.3 Исследование влияния давления на радиационный фон

На рис. 3.2 и 3.3 график на четвертой строке показывает динамику и годовую вариацию атмосферного давления в течение двух лет подряд (2012-2013 гг.), А график в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных (2012-2013 гг.), и по-видимому, имеется обратная (отрицательная) корреляция между атмосферным давлением и фоновым уровнем γ -мощности дозы и в то же время β - плотности потока в атмосфере. В целом существует очень слабая корреляция между атмосферным давлением и фоновым уровнем γ - мощности дозы, а также фоновой β - плотностью потока.

3.2.1 Регрессионный анализ зависимостей

Регрессионный анализ был использован для определения зависимости β -плотности потока и γ -мощности дозы от различных погодных атмосферных параметров, рассмотренных в исследовательской работе, то есть анализ проводился для определения степени зависимости β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м от метеорологических параметров, таких как глубина снежного покрова, температура воздуха и атмосферное давление в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). И аналогичным образом был проведен регрессионный анализ, чтобы показать степень зависимости между γ -мощностью дозы на высоте 1, 5 и 25 м и метеорологическими параметрами как в годовом, так и в суточном масштабе.

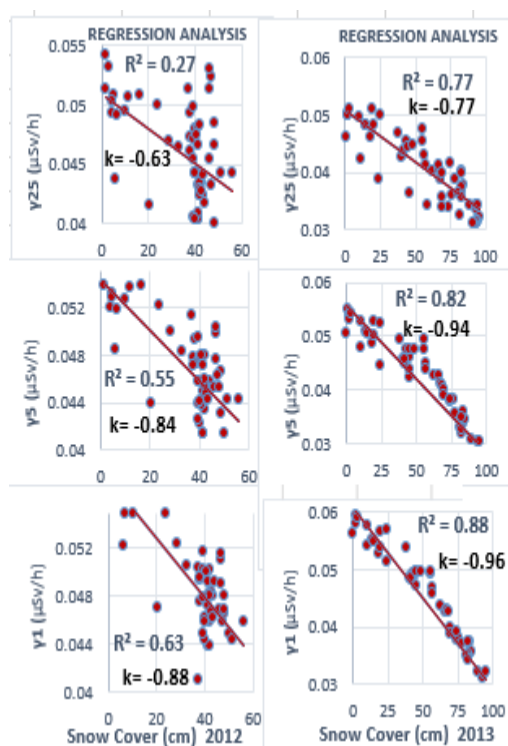


Рис 3.4а. Уровень γ - фона в зависимости от снежного покрова

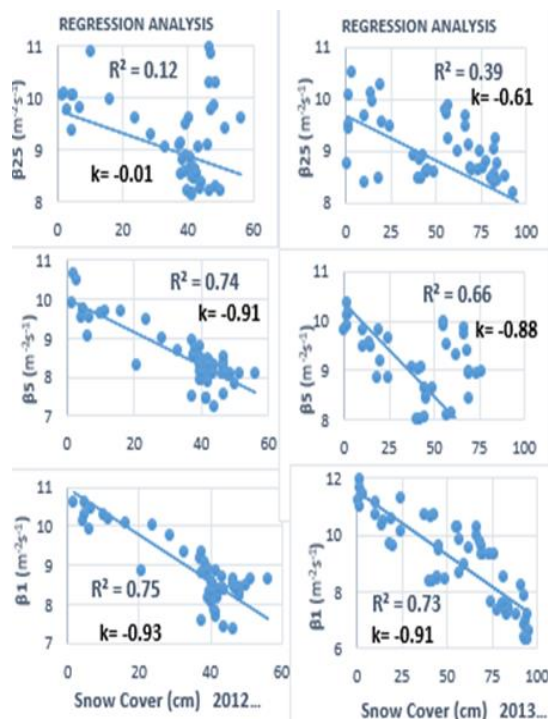


Рис 3.4б. Уровень β - фона в зависимости от снежного покрова

На рис. 3.4а представлены регрессионный анализ и коэффициенты корреляции между годовым изменением γ -мощности дозы на высотах 1, 5 и 25 м и годовым изменением глубины снежного покрова в атмосфере в течение двух последовательных лет (2012 и 2013 гг.). На графике (рис. 3.4а) линейный регрессионный анализ между γ -мощностью дозы на высоте 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2012 году равны $R^2 = 0,63$, $R^2 = 0,55$ и $R^2 = 0,27$ соответственно, а коэффициенты корреляции между γ -мощностью дозы на высоте 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2012 году составляют $k = -0,88$, $K = -0,84$ и $k = -0,63$ соответственно. Аналогично, на графике (рис. 3.4а) линейный регрессионный анализ γ -мощности дозы на высотах 1, 5 и 25 м и снежного покрова в 2013 году составляет $R^2 = 0,88$, $R^2 = 0,82$ и $R^2 = 0,77$ соответственно, а коэффициенты корреляции между γ -мощностью дозы на высотах 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2013 году составляют $K = -0,96$, $K = -0,94$ и $K = -0,77$ соответственно.

На рис. 3.4б показан регрессионный анализ и коэффициенты корреляции между годовой β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и ежегодным изменением глубины снежного покрова в атмосфере в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). Из графика (рис. 3.4б) линейный регрессионный анализ β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и снежного покрова в 2012 год равен $R^2 = 0,75$, $R^2 = 0,74$ и $R^2 = 0,12$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2012 году составляют $k = -0,93$, $K = -0,91$ и $k = -0,01$ соответственно. Аналогично, на графике (рис. 3.4б) проведен линейный регрессионный анализ между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2013 году, и он равен $R^2 = 0,73$, $R^2 = 0,66$ и $R^2 = 0,39$ соответственно, в то время как коэффициенты корреляции между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и снежным покровом в 2013 году равны $K = -0,91$, $K = -0,88$ и $K = -0,61$ соответственно.

В общем, при сравнении результатов регрессионного анализа с глубиной снежного покрова данные показали, что в периоды роста снежного покрова уровни β -, γ -фона снижаются практически линейно, и в то же время сильная отрицательная корреляция свидетельствует о корреляции для всех высот (отрицательная корреляция), которая предполагает, что увеличение глубины снежного покрова приведет к уменьшению значений β -плотности потока и γ -мощности дозы в атмосфере.

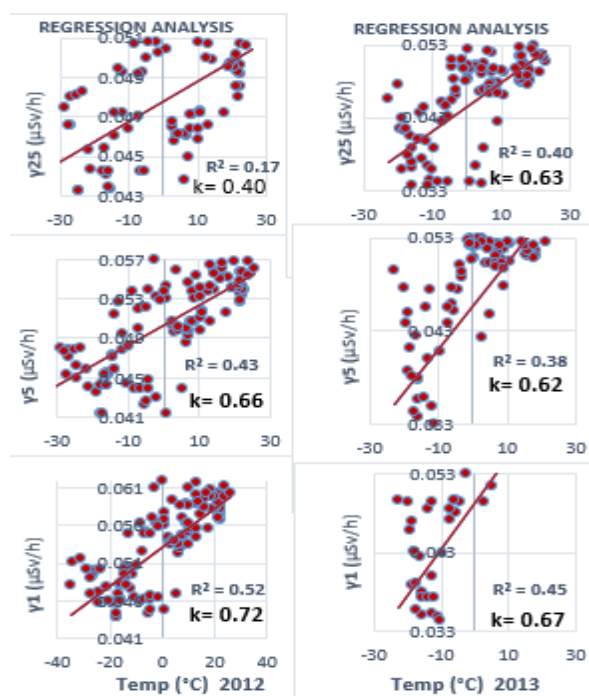


Рис 3.5а. Уровень γ - фона в зависимости от температуры

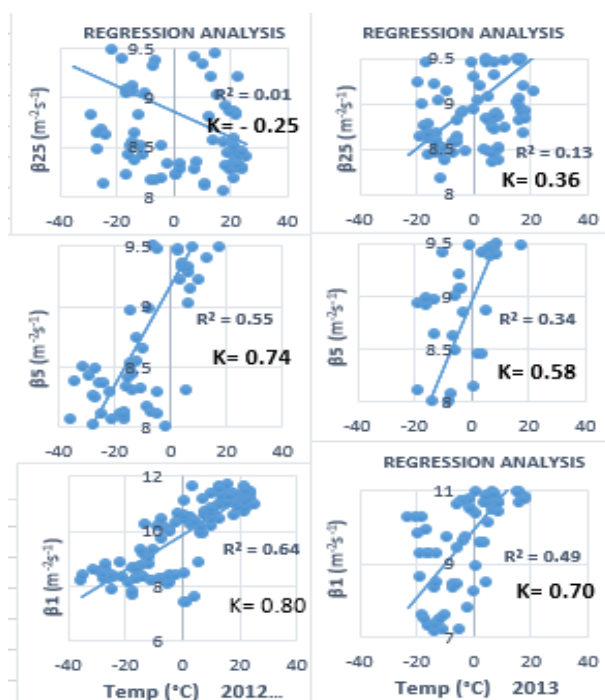


Рис 3.5b. Уровень β - фона в зависимости от температуры

На рис. 3.5а показан регрессионный анализ и коэффициенты корреляции между годовым изменением коэффициента γ -мощности дозы на высотах 1, 5 и 25 м и ежегодным изменением температуры воздуха в атмосфере в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). Из графика (рис. 3.5а) линейный регрессионный анализ между мощностью дозы фонового излучения на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2012 году составляет $R^2 = 0,52$, $R^2 = 0,43$ и $R^2 = 0,17$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между γ -мощностью дозы на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2012 году равны $K = 0,72$, $K =$

0,66 и $K = 0,40$ соответственно. Аналогично, из графика (рис. 3.5a) линейный регрессионный анализ между γ -мощностью дозы на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2013 году равняется $R^2 = 0,45$, $R^2 = 0,38$ и $R^2 = 0,40$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между мощностью дозы фонового излучения на высоте 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2013 году равны $K = 0,67$, $K = 0,62$ и $K = 0,63$ соответственно.

На рис. 3.5b показан регрессионный анализ и коэффициент корреляции между годовым изменением β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и ежегодным изменением температуры воздуха в атмосфере в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). На графике (рис. 3.5b) линейный регрессионный анализ β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и температуры воздуха в 2012 году составляет $R^2 = 0,64$, $R^2 = 0,55$ и $R^2 = 0,01$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между β -плотностью потока на высоте 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2012 году составляет $K = 0,80$, $K = 0,74$ и $K = -0,25$ соответственно. Аналогично, на графике (рис. 3.5b) проведен линейный регрессионный анализ между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2013 году, который равен $R^2 = 0,49$, $R^2 = 0,34$ и $R^2 = 0,13$ соответственно, а коэффициенты корреляции между β -плотностью потока на высоте 1, 5 и 25 м и температурой воздуха в 2013 года равны $K = 0,70$, $K = 0,58$ и $K = 0,36$ соответственно.

Результат линейной регрессии и корреляции между фоновыми излучениями (β -плотность потока и γ -мощность дозы) в атмосфере и температурой воздуха показывает умеренную линейную регрессию и положительную корреляцию, что означает, что температура воздуха умеренно влияет показатели β -плотности потока и γ -мощности дозы в атмосфере. Увеличение температуры воздуха умеренно увеличивает значения β -плотности потока и γ -мощности дозы в атмосфере.

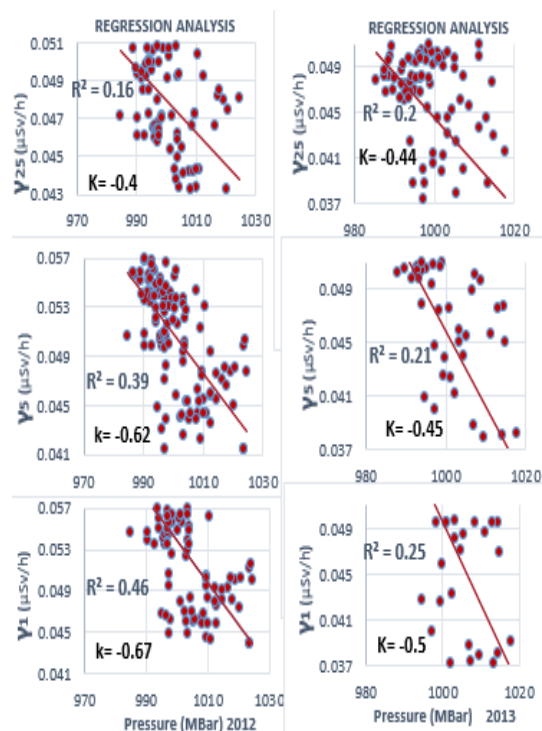


Рис 3.6. Уровень γ -фона в зависимости от от давления

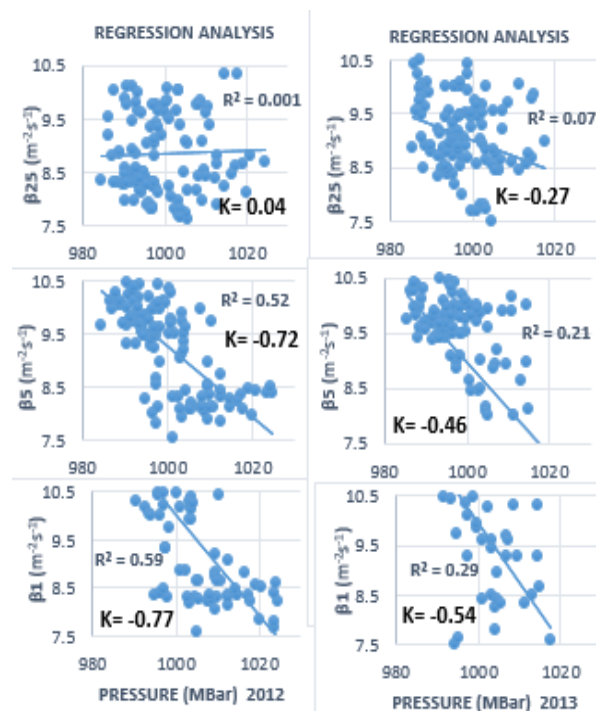


Рис 3.6b. Уровень β -фона в зависимости от от давления

На рис. 3.6а показан регрессионный анализ и коэффициенты корреляции между годовым изменением дозы γ на высоте 1, 5 и 25 м и ежегодным изменением атмосферного давления в атмосфере в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). Из графика (рис. 3.6а) линейный регрессионный анализ между мощностью дозы фонового излучения на высотах 1,5 и 25 м и атмосферным давлением в 2012 году составляет $R^2 = 0,46$, $R^2 = 0,39$ и $R^2 = 0,16$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между γ -мощностью дозы на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2012 году составляют $K = 0,67$, $K = 0,39$ и $k = 0,16$ соответственно. Аналогично, на графике (рис. 3.6а) проведен линейный регрессионный анализ между γ -мощностью дозы на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2013 год, и он составляет $R^2 = 0,25$, $R^2 = 0,21$ и $R^2 = 0,2$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между мощностью дозы фонового излучения на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2013 году составляют $K = -0,5$, $K = -0,45$ и $K = -0,44$ соответственно.

На рис. 3.6b показан регрессионный анализ и коэффициенты корреляции между годовым изменением β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и ежегодным изменением атмосферного давления в атмосфере в течение двух лет подряд (2012 и 2013 гг.). На графике (рис. 3.6b) линейный регрессионный анализ β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферного давления в 2012 году равен $R^2 = 0,59$, $R^2 = 0,52$ и $R^2 = 0,001$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2012 году составляют $k = -0,77$, $K = -0,72$ и $k = -0,04$ соответственно. Аналогично, на графике (рис. 3.6b) показан линейный регрессионный анализ между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2013 году, и он составляет $R^2 = 0,29$, $R^2 = 0,21$ и $R^2 = 0,07$ соответственно, тогда как коэффициенты корреляции между β -плотностью потока на высотах 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением в 2013 году составляют $K = -0,54$, $K = -0,46$ и $K = -0,27$ соответственно.

Слабые значения линейной регрессии и слабые отрицательные корреляционные значения возникают между β и γ -фоновым излучением. Это указывает на инверсию корреляции для почти всех высот (отрицательная корреляция), которая предполагает, что увеличение атмосферного давления необязательно приведет к уменьшению значений β -плотности потока и γ -мощности дозы в атмосфере.

3.3 Суточные вариации полей бета и гамма-излучений в поверхностном слое атмосферы

В данном разделе обсуждаются результаты исследования Суточные вариации полей бета и гамма-излучений в вертикальном профиле поверхностного слоя атмосферы.

Рассмотрено влияние (Исследование влияния снежного покрова на Радиационный Фон, исследование влияния температуры на радиационный фон, Исследование влияния температуры на радиационный фон)

3.3 1. Исследование влияния снежного покрова на радиационный фон в суточном цикле

Суточное изменение фонового β -плотности потока и γ - Мощность дозы было проанализировано в течение нескольких последовательных дней, и также несколько метеорологических параметров анализировались в течение нескольких последовательных дней в течение независимых двух разных месяцев, например, давления, температуры и солнечной радиации, а детали этого анализа Представленный ниже.

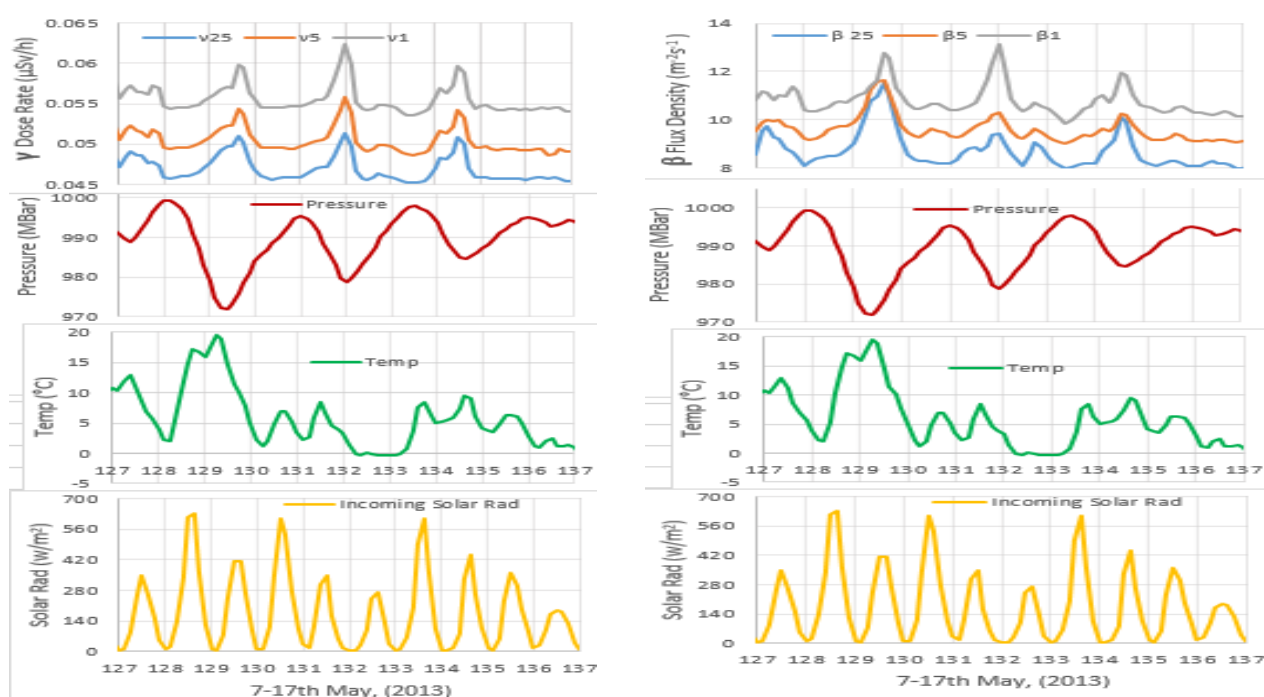


Рис 3.7. Вариации уровня γ - мощности дозы и β - плотности поток приземной атмосферы на серии высот в в суточном цикле.

3.3.2 Исследование влияния температуры на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.)

Рис 3.7. этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фонового γ - Мощности дозы и β -плотности потока. Плотность в атмосфере в течение одиннадцати последовательных дней, то есть между 127днем и 137 днем (7-17 мая 2013 г.) и графиком в третьем ряду, показывает динамику и суточное

изменение температуры воздуха в течение одиннадцати дней подряд (7- 17 мая 2013 г.). Из этих графиков ясно, что существует умеренной корреляцию между температурой воздуха и фон γ - Мощности дозы и β -плотности потока плотности в атмосфере. Например, четыре основных пика были наблюдались в одиннадцать дней подряд для обоих фоновых “ γ - Мощности дозы и β -плотности потока” плотности в атмосфере которые в течение дней 127 и 128, 129 и 130, в дней 132 и в течение дней 134 и 135 дней и аналогичные тенденции наблюдались для температуры воздуха за те же десять дней подряд.

3.3.3 Исследование влияния давления на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.)

Рис 3.7. этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фонового γ - Мощности дозы и β -плотности потока. Плотность в атмосфере в течение одиннадцати последовательных дней, то есть между 127днем и 137 днем (7-17 мая 2013 г.) и графиком в втором ряду, показывает динамику и суточное изменение температуры воздуха в течение одиннадцати дней подряд (7- 17 мая 2013 г.). Из этих графиков ясно, что существует слабой и отрицательной корреляцию между температурой воздуха и фон γ - Мощности дозы и β -плотности потока плотности в атмосфере. Например, четыре основных пика были наблюдались в одиннадцать дней подряд для обоих фоновых “ γ - Мощности дозы и β -плотности потока” плотности в атмосфере которые в течение дней 127 и 128, 129 и 130, в дней 132 и в течение дней 134 и 135 дней и аналогичные тенденции наблюдались для температуры воздуха за те же одиннадцати дней подряд.

3.3.4 Исследование влияния солнечной радиации на радиационный фон в суточном цикле. (7-17 мая 2013 г.)

Рисунок 3.7: этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фоновой γ - Мощности дозы и β -плотности потока. Плотность в атмосфере в течение одиннадцати дней подряд, то есть между 127днем и 137 днем (7-17 мая 2013 г.) и графиком в четвертом ряду, показывает динамику и суточное изменение температуры воздуха в течение одиннадцати дней подряд (7- 17 мая 2013 г.). Из этих графиков ясно, что существует не реальной корреляцию между температурой воздуха и фон γ - Мощности дозы и β -плотности потока

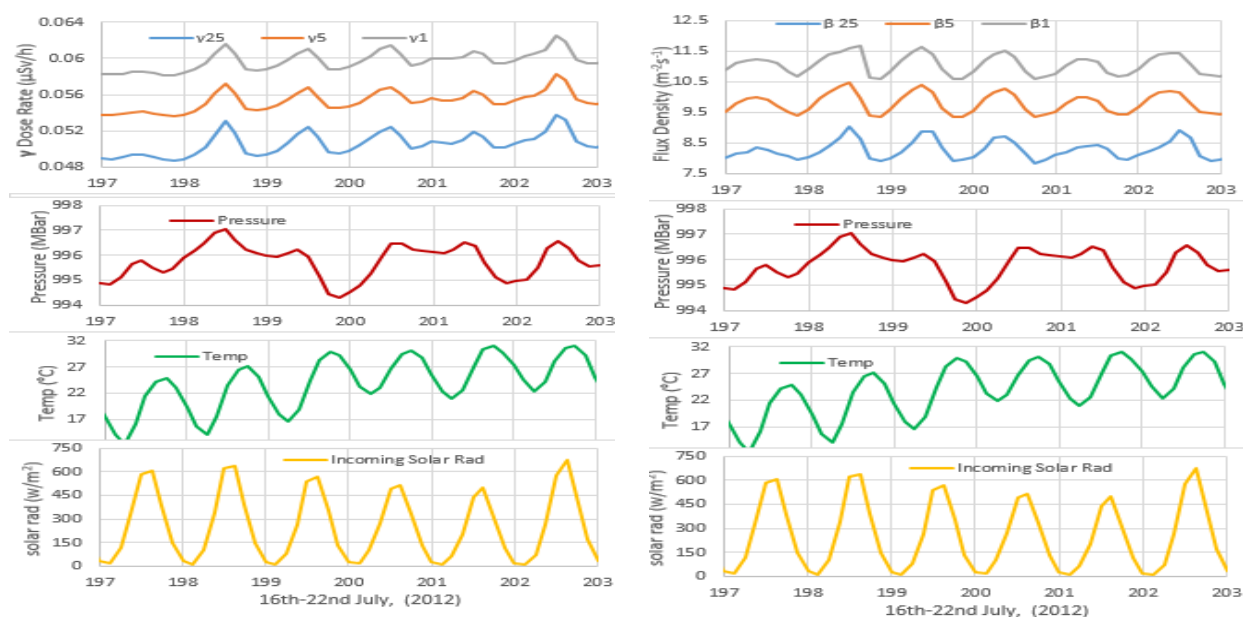


Рисунок 3.8: Вариации уровня γ - мощности дозы и β - плотности поток приземной атмосферы на серии высот в в суточном цикле.

3.3.5 Исследование влияния температуры на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.)

Рисунок 3.8: этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фоновой

γ - Мощности дозы и β -плотности потока атмосфере в течение семи дней подряд, то есть между 197днем и 203 днем (16-22 Июля, 2012 г.) и графиком в третьем ряду, показывает динамику и суточное изменение температуры воздуха атмосфере в течение семи дней подряд (6-22 Июля, 2012 г.). Из этих графиков ясно, что существует умеренной корреляцию между температурой воздуха и фоном γ - Мощности дозы и β -плотности потока плотности в атмосфере и аналогичные тенденции наблюдались для температуры воздуха за те же семи дней подряд.

3.3.6 Исследование влияния давления на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.)

Рисунок 3.8: этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фонового γ - Мощности дозы и β -плотности потока. Плотность в атмосфере в течение семи дней подряд, то есть между 197днем и 203 днем (16-22 Июля, 2012 г.) и графиком в втором ряду, показывает динамику и суточное изменение температуры воздуха в течение семи последовательных дней (16-22 Июля, 2012 г.). Из этих графиков ясно, что существует слабой и отрицательной корреляцию между температурой воздуха и фон γ - Мощности дозы и β -плотности потока плотности в атмосфере.

3.3.7 Исследование влияния солнечной радиации на радиационный фон в суточном цикле. (16-22 Июля, 2012 г.)

Рисунок 3.8: этот График в первой строке представляет собой графическое представление результатов обработки данных полевого мониторинга фонового γ - Мощности дозы и β -плотности потока. Плотность в атмосфере в течение семи дней подряд, то есть между 197днем и 203 днем (16-22 Июля, 2012 г.) и графиком четвертом ряду, показывает динамику и суточное изменение температуры воздуха в течение семи последовательных дней (16-22 Июля, 2012 г.). Из этих графиков ясно, что существует слабой корреляцию между температурой воздуха и фон γ - Мощности дозы и β -плотности потока плотности в атмосфере.

Например, ежедневные пики наблюдались во все семь последовательных дней для обоих фоновых “ γ - Мощности дозы и β -плотности потока” плотности в атмосфере и аналогичные тенденции наблюдались для температуры воздуха в течение тех же семи последовательных дней.

3.4 Регрессионный анализ зависимостей в суточном цикле

Регрессионный анализ использовался для определения зависимости дневной фоновой β - плотности потока и суточной фоновой γ - Мощности дозы с различными параметрами атмосферной погоды, рассмотренными в исследовательской работе, то есть анализ проводился для определения степени зависимости фоновой β - плотности потока. На высотах 1, 5 и 25 м по метеорологическим параметрам, таким как температура воздуха, атмосферное давление и поступающая солнечная радиация в атмосфере в течение нескольких последовательных дней, в разные месяцы и независимо и аналогично, был проведен регрессионный анализ, чтобы показать степень зависимости. И соотношение между суточным фоновым изменением γ мощности дозы на высотах 1, 5 и 25 м и метеорологическими параметрами в суточной шкале.

Регрессионный и корреляционный анализ для периода 16-21 июля 2012 года

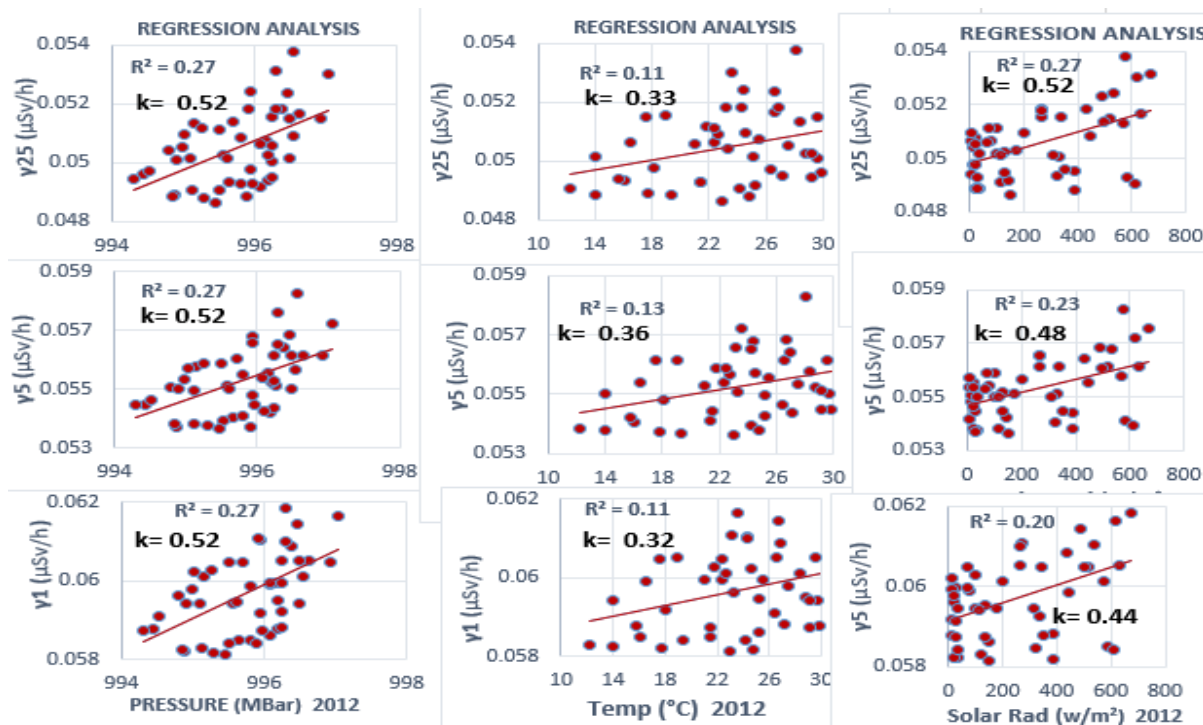


Рис 3.9. Уровень γ -фона в зависимости от метеопараметров (16-22 Июля, 2012 г.)



Рис 3.10. Уровень β -фона в зависимости от метеопараметров (16-22 Июля, 2012 г.)

3.4.1 Регрессионный и корреляционный анализ для периода 16-21 июля 2012 года

Рис 3.10. показан регрессионный анализ и коэффициент корреляции между суточным изменением γ - фона дозы доли на высотах 1, 5 и 25 м и суточным изменением давления, температуры и солнечной радиации в атмосфере на 2012 год.

На графике (рис. 3.9) линейный регрессионный анализ между γ мощностью дозы фонового излучения на высотах 1, 5 и 25 м и давлением соответственно составляет $R^2 = 0,27$, $R^2 = 0,27$ and $R^2 = 0,27$, в то время как коэффициенты корреляции между γ мощностью дозы фонового излучения на высоте 1, 5 и 25м и атмосферным давлением $K = 0,52$, $K = 0,52$ and $K = 0,52$. Кроме того, из графика (рис. 3.9) линейный регрессионный анализ между γ мощностью дозы фонового излучения на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха составляет $R^2 = 0,11$, $R^2 = 0,13$ и $R^2 = 0,11$ соответственно, а коэффициенты корреляции между γ Мощностью дозы фона на высотах 1, 5 и 25 м, а температура воздуха $K = 0,32$, $K = 0,36$ и $K = 0,33$ соответственно. Кроме того, из графика (рис. 3.9) линейный регрессионный анализ между γ мощностью дозы фонового излучения на высотах 1, 5 и 25 м и входящим солнечным излучением равен $R^2 = 0,20$, $R^2 = 0,23$ и $R^2 = 0,27$ соответственно, а коэффициенты корреляции между γ Фоновая мощность дозы на высотах 1, 5 и 25 м, а входящее солнечное излучение $K = 0,32$, $K = 0,36$ и $K = 0,33$ соответственно.

На рисунке 3.10 показан регрессионный анализ и коэффициент корреляции между суточным изменением фона β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и суточным изменением давления, температуры и солнечной радиации в атмосфере в течение семи последовательных дней на 2012 год как указано выше.

Из графике (рис. 3.10) линейный регрессионный анализ между фоном β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м и давлением соответственно составляет $R^2 = 0,20$, $R^2 = 0,20$ and $R^2 = 0,26$, в то время как коэффициенты корреляции между

фоном β -плотности потока на высоте 1, 5 и 25 м и атмосферным давлением $K = 0.44$, $K = 0.45$ and $K = 0.51$. Кроме того, из графика (рис. 3.10) линейный регрессионный анализ между фоном β -плотности потока излучения на высотах 1, 5 и 25 м и температурой воздуха составляет $R^2 = 0.26$, $R^2 = 0.27$ and $R^2 = 0.05$ соответственно, а коэффициенты корреляции между фоном β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м, а температура воздуха $K = -0.51$, $K = -0.52$ and $K = -0.21$ соответственно. Кроме того, из графика (рис. 3.10) линейный регрессионный анализ между фоном β -плотности потока излучения на высотах 1, 5 и 25 м и входящим солнечным излучением равен $R^2 = 0.03$, $R^2 = 0.02$ and $R^2 = 0.19$ соответственно, а коэффициенты корреляции между фоном β -плотности потока на высотах 1, 5 и 25 м, а входящее солнечное излучение $K = 0.18$, $K = 0.14$ and $K = 0.43$ соответственно.

Как правило, при ежедневном анализе, основанном на регрессионном и корреляционном анализе, существует корреляция между суточным изменением давления и суточным изменением фонового γ мощности дозы, а суточная температура воздуха и дневная солнечная радиация демонстрируют слабую корреляцию с ежедневным изменением фонового γ мощности дозы. Точно так же существует корреляция между суточным изменением атмосферного давления, температуры и суточного изменения фона β -плотности потока, а суточная вариация входящего солнечного излучения показывает слабую корреляцию с фоновой β -плотностью потока

Заключение

Результаты анализа данных радиационного мониторинга в ходе этой проектной работы позволили выявить влияющие факторы, такие как наличие и толщина снежного покрова, дождевые и снежные осадки, давление и температура атмосферного воздуха.

Была выявлена значимая корреляция между β -фоном и γ -фоном на разных высотах (1, 5 и 25 м в атмосфере).

На годовой цикле обнаружено, что плотность потока β -излучения и мощность дозы γ -излучения в приземной атмосфере значимо коррелируют с толщиной снежного покрова.

Было также установлена слабая корреляция между давлением/температурой и β - / γ -фоном в приземной атмосфере.

Были выявлены закономерности на разных масштабах от суток до года. В годовой динамике β - и γ -фона минимум наблюдается в зимний период, а максимум – в конце лета.

Хорошо выраженные суточные вариации β - и γ -фона наблюдаются в теплый период года и без осадков. При этом максимум обычно наблюдается в 12 часов (12 полдень), а минимум – в 6 часов. (утра и вечера)

Полученные результаты будут полезны при решении задач в области радиоэкологии, геоэкологии, радиационной биологии и геофизики.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуются для выхода на рынок и т.д.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

3. оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
4. определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
5. планирование научно-исследовательских работ;
6. определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты (табл. 4.1). Для этого отобрано две конкурентные разработки. Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 4.1, подбирали исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Время наработки данных	0,2	5	4	4	0,5	0,4	0,4
2. Помехоустойчивость	0,07	4	4	3	0,5	0,5	0,3
3. Безопасность	0,2	5	5	4	0,4	0,4	0,3
4. Потребность в ресурсах памяти	0,05	5	3	3	0,5	0,3	0,3
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	5	4	4	0,35	0,3	0,3
6. Простота эксплуатации	0,09	5	3	4	0,45	0,35	0,3
7. Наличие дорогостоящего оборудования	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	5	3	2	0,2	0,2	0,15
2. Цена	0,1	5	3	1	0,4	0,3	0,3

3. Финансирование научной разработки	0,05	3	4	2	0,3	0,3	0,4
--------------------------------------	------	---	---	---	-----	-----	-----

Позицию разработки и конкурентов оценивали 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 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В существующих государственных системах радиационного мониторинга непрерывно измеряется только один параметр – мощность дозы γ -излучения. Разработанная методика проста и экономична по сравнению с конкурентными методами измерения радиационных величин в атмосфере, так как позволяет измерять плотности потока β -излучения, объемную активность изотопов радона и дочерних продуктов их распада, а также плотность потока радона с поверхности грунта.

Данный анализ позволяет говорить о том, что исследование является эффективным, так как обеспечивает приемлемое качество результатов. Дальнейшее инвестирование данной разработки можно считать целесообразным.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды 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. SWOT-анализ данного научно-исследовательского проекта представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Новизна идеи научного исследования. С2. Достаточная надёжность установки. С3. Безопасность работы с установкой С4. Ремонтопригодность каждого отдельного узла установки. С5. Простота эксплуатации установки.	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие финансирования. Сл2. Отсутствие у персонала необходимых знаний. Сл3. Большой срок обработки результатов Сл4. Отсутствие осведомленности об исследованиях данного типа. Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Сотрудничество с рядом новых организаций. В4. Использование устаревших методов конкурентами. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: 1. Рост спроса на исследования данного типа за счет распространения среди различных организаций и университетов. 2. Приоритет к данному исследованию по сравнению с конкурентами за счет осуществления должной надежности и безопасности установки.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»: 1. Отсутствие большого числа заказов на проведение исследований. 2. Приоритет конкурентных организаций из-за длительного срока исследований или невыполненных в срок.
Угрозы: У1. Высокая цена технологии. У2. Конкуренция. У3. Отсутствие финансирования со стороны, как университета, так и государства. У4. Сложность поставки образцов для исследований.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: 1. Осуществление ремонта текущей установки без замены составляющих частей. 2. Устойчивость к борьбе с конкурентами за счет новизны идеи.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: 1. Невостребованность технологии за счет ее неустойчивой конкурентоспособности. 2. Стагнация исследований из-за отсутствия финансирования.

У5. Износ оборудования .		
-----------------------------	--	--

На основе результатов анализа 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 счет имеющихся сильных сторон исследования.

4.2 Планирование управления научно-техническим проектом

4.2.1 Иерархическая структура работ проекта

В процессе создания иерархической структуры работ проекта (рис. 4.1) структурированы и определены содержание всего проекта.

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей. Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ: разделение всего объема запланированной работы, на мелкие операции, чтобы они соответствовали уровню, при котором способ выполнения запланированных действий был бы ясен, а операции были бы оценены и спланированы.

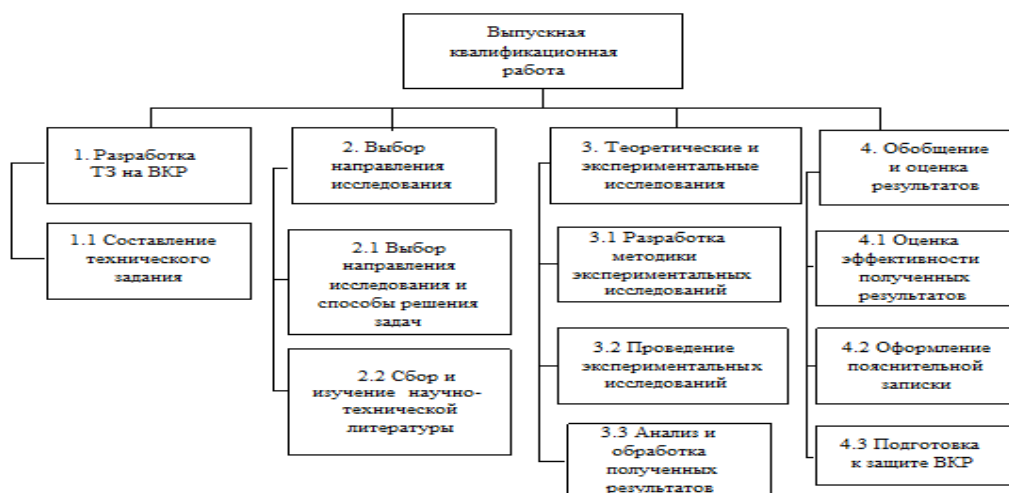


Рисунок 4.1 – Иерархическая структура работ

4.2.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела определены ключевые события проекта, их даты и результаты, которые получены по состоянию на эти даты. Информация сведена в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Контрольные события проекта

№	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Разработка технического задания на ВКР	8.02.2017	Приказ о ВКР
1.1	Составление и утверждение технического задания	12.02.2017	–
2.1	Выбор направления исследования и способов решения задач	17.02.2017	–
2.2	Сбор и изучение научно-технической литературы	22.02.2017 – 28.03.2017	Список литературы
3.1	Разработка методики экспериментальных исследований	30.03.2017	Методика
3.2	Проведение экспериментальных исследований	15.04.2017	Отчёт
3.3	Анализ и обработка полученных результатов	15.04.2017 – 01.05.2017	–
4.2	Оформление пояснительной записки и презентации	10.05.2017 – 27.05.2017	Пояснительная записка
4.3	Подготовка к защите ВКР	29.05.2017 – 10.06.2017	–

4.2.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта (табл. 4.4). Далее с помощью диаграммы Ганта (табл. 4.5) проиллюстрирован календарный план проекта, на котором работы по теме характеризуются датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 4.4 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Тк, кал.дн.	Дата начала и окончания работ	Состав участников
1	Разработка ТЗ на ВКР	4	8.02.2017 – 12.02.2017	руководитель
1.1	Составление и утверждение технического задания	5	12.02.2017 –17.02.2017	руководитель
2.1	Выбор направления исследования и способов решения задач	5	17.02.2017 –22.02.2017	руководитель, магистрант
2.2	Сбор и изучение научно- технической литературы	35	22.02.2017 –28.03.2017	магистрант
3.2	Проведение экспериментальных исследований	15	30.03.2017 –15.04.2017	руководитель, магистрант
3.3	Анализ и обработка полученных результатов	16	15.04.2017 –01.05.2017	руководитель, магистрант
4.1	Оценка эффективности полученных результатов	10	01.05.2017 – 10.05.2017	руководитель, магистрант

Таблица 4.5 – Календарный план-график в виде диаграммы Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал.дн	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка ТЗ на ВКР	Руководитель	4														
1.1	Составление технического задания	Руководитель	5														
2.1	Выбор направления исследования и способов решения задач	Руководитель, магистрант	5		 												
2.2	Сбор и изучение литературы	Магистрант	35														
3.1	Разработка методики экспериментальных исследований	Руководитель, магистрант	15							 							
3.2	Проведение экспериментальных исследований	Руководитель, магистрант	15							 							
3.3	Анализ и обработка полученных результатов	Руководитель, магистрант	16														
4.2	Составление и оформление ПЗ	Магистрант	17														
4.3	Подготовка к защите	Руководитель, магистрант	13														

 – Руководитель

 – Магистрант

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В

процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материалы.
2. Затраты на оплату труда работников, непосредственно участвующих в НИОКР.
3. Отчисления во внебюджетные фонды.
4. Работы, выполняемые сторонними организациями.
5. Спецоборудование для научных и экспериментальных работ.
6. Прочие прямые расходы.
7. Накладные расходы.

Статьи 1 – 6 относятся к прямым затратам, величину прямых затрат, как правило, следует определять прямым счетом, это затраты, связанные непосредственно с выполнением конкретного НТИ, остальные затраты рассчитываются косвенным способом, это затраты на содержание аппарата управления, общетехнических и общехозяйственных служб, они объединяются в статье «Накладные расходы».

Далее приведено формирование и расчёт затрат, включаемых в себестоимость.

4.3.1 Расчёт материальных затрат

Основными затратами в данной исследовательской работе являются затраты на электроэнергию. Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб
Электроненергия	–	210 кВт·час	5,8	1218
Бумага	SvetoCopy	110	0,38	41,8
Печать на листе А4	–	110	1,5	165
Ручка	Cello Writer	1	25	25

Доступ в интернет	–	4 месяца	350	1400
Всего за материалы				2849,8
Транспортно-заготовительные расходы				0
Итого:				2849,8

4.3.2 Расчёт амортизации оборудования для экспериментальных работ

Данная статья включает в себя все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по тематике диссертации.

В данной исследовательской работе к спецоборудованию, необходимому для проведения экспериментальных работ, относятся газоразрядные счетчики γ - и жесткого β -излучения СТС-6 и СБМ-19, высокочувствительные сцинтилляционные интеллектуальные блоки детектирования БДПБ-01, БДПА-01 (АТОМТЕХ, Беларусь), а также высокочувствительные сцинтилляционные интеллектуальные блоки детектирования γ -излучений БДКГ-03 (АТОМТЕХ, Беларусь), стоимость которых составляет 192 000 рублей, назначенный срок службы – 5 лет.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{аморт}} = C_{\text{об}} / T, \quad (4.2)$$

где $C_{\text{об}}$ – стоимость оборудования (руб);

T – срок службы (дней).

$$C_{\text{аморт}} = (192000 / 1825) = 105,2 \text{ руб/дн.}$$

Оборудование использовалось в течение 60 дней, таким образом, затраты на оборудование:

$$C_{\text{аморт(общ)}} = 105,2 \cdot 60 = 6312 \text{ руб.}$$

В себестоимость НТИ также была включена только стоимость электроэнергии, освещения и отопления помещения.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = \Pi_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (4.3)$$

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

P – мощность оборудования, кВт;

$F_{\text{об}}$ – время использования оборудования, ч.

При выполнении работы использовался стационарный компьютер со средней мощностью 500 Вт (0,5 кВт). Если предположить, что вся работа выполнялась на нем, то, всего было израсходовано:

$$E = P \cdot F_{\text{об}} = 0,5 \cdot 4 \cdot 105 = 210 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

(105 календарных дней, четырёхчасовой рабочий день)

Затраты на энергию:

$$C = 5,8 \cdot 210 = 1218 \text{ руб}$$

Затраты на отопление, определяющиеся по формуле:

$$Z_{\text{отоп}} = (a \cdot T \cdot V) \cdot C, \quad (4.4)$$

где a – количество тепла на 1 м³ помещения (12,57·10⁻⁵ Гкал);

T – продолжительность отопительного сезона;

V – объём отапливаемого помещения (4 × 4 × 2,6 м³);

C – стоимость 1 Гкал тепла (1021,07 руб).

$$Z_{\text{отоп}} = (12,57 \cdot 10^{-5} \cdot 81 \cdot 41,6) \cdot 1021,07 = 435,02 \text{ руб}$$

Затраты на освещение вычисляются следующим образом:

$$Z_{\text{отоп}} = \frac{15 \cdot S_f \cdot M \cdot t}{1000} \cdot C, \quad (4.5)$$

где S_f – площадь пола (16 м²);

M – количество часов искусственного освещения в сутки (7 ч);

t – количество рабочих дней (82);

C – стоимость 1 киловатт-часа электроэнергии (5,8 руб).

$$З_{отоп} = \frac{15 \cdot 7 \cdot 16 \cdot 105}{1000} \cdot 5,8 = 1023,12 \text{ руб.}$$

Итого: $1218 + 435,02 + 1023,12 = 2676,14$ руб.

4.3.3 Зарплаты на оплату труда исполнителей НТИ

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

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.6)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата научного руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10 – 15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (4.7)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.8)$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле

$$З_{\text{дн}} = (З_{\text{м}} \cdot M) / F_{\text{д}}, \quad (4.9)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

При отпуске в 28 рабочих дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Основная заработная плата руководителя за период проведения работ (32 рабочих дня) равна:

$$З_{\text{дн}} = (З_{\text{м}} \cdot M) / F_{\text{д}} = (28942,87 \cdot 11) / 249 = 1278,6 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} = 1278,6 \cdot 32 = 40915,2 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 40915,2 = 6137,28 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 40915,2 + 6137,8 = 47052,48 \text{ руб.}$$

Заработная плата магистра состоит из стипендии. Магистр, выполнивший данную работу, получает стипендию в размере 5650 руб. Заработная плата составит:

$$C = 2275 \cdot 3 = 6825 \text{ руб.}$$

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Размер отчислений во внебюджетные фонды составляет 30 % в 2017 от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений в социальные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (40915,2 + 6137,28) = 14115,744 \text{ руб.}$$

4.3.5 Накладные расходы

Для учета накладных расходов нужно учесть расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных (общеуниверситетских) служб, которые в равной степени относятся ко всем выполняемым НИИ. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание зданий, оргтехники и хозяйственного инвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16 %.

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (2676,14 + 2849,8 + 6312 + 47052,48 + 6825 + 14115,744) \cdot 0,16 = \\ &= 12772,98 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования (НТИ)

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб. (руководитель + магистр)
1. Материальные затраты НТИ	2849,8
2. Затраты на оборудование	6312
3. Затраты на энергию	1218
4. Затраты на отопление	435,02
5. Затраты на освещение	1023,12
6. Затраты по основной зарплате исполнителей темы	57865,2
7. Затраты по дополнительной зарплате исполнителей темы	6137,28
8. Отчисления во внебюджетные фонды	14115,744

9. Накладные расходы	12772,98
Бюджет затрат НТИ	102729,14

В ходе выполнения экономической части ВКР были проведены расчёты плановой себестоимости проведения НТИ и времени, необходимого на проведение ВКР. Плановая себестоимость работы составляет 102729,14руб., основная составляющая которой – заработная плата исполнителей НТИ.

4.5 Организационная структура проекта

Организационная структура проекта – наиболее соответствующая проекту временная организационная структура, включающая всех его участников и создаваемая для успешного достижения целей проекта.

Разработка организационной структуры проекта включает:

- идентификацию всех организационных единиц;
- определение ролей участников проекта и их взаимодействия,
- определение ответственности и полномочий;
- распределение ответственности и полномочий между

организационными единицами структуры;

- разработку инструкций, регламентирующих взаимодействия в структуре и рабочие процедуры.

Организационная структура проекта является динамической структурой, которая претерпевает изменения в процессе осуществления проекта. Эти изменения зависят от фаз жизненного цикла проекта, типов, используемых в проекте контрактов, и других условий выполнения проекта. Организационная структура данного проекта представлена на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Иерархическая структура работ

4.6 Матрица ответственности

Матрица ответственности определяет степень ответственности каждого члена проекта за ту или иную задачу, если он имеет к ней некоторое отношение.

Таблица 4.8 – Матрица ответственности

Этапы исследования	Научный руководитель	Субподрядчик от ТОРИИ	Консультант по языковому разделу	Консультант раздела «Финансовый менеджмент»	Консультант раздела «Соответственность»	Магистрант
Сбор и изучение научно-технической литературы	О					И
Разработка методики экспериментальных исследований	О	И				И
Проведение экспериментальных исследований	О	У				И
Анализ и обработка полученных результатов	О					И
Оценка ресурсоэффективности и ресурсосбережения				С		И
Раздел социальной ответственности					С	И
Перевод раздела на английский язык			С			И
Оформление пояснительной записки и презентации	С					И

Ответственный (О) – лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

4.7 Определение ресурсной эффективности исследования

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.12)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности данного исследования представлен в форме таблицы 4.9.

Таблица 4.9 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,15	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
3. Помехоустойчивость	0,25	4	3	3
4. Энергосбережение	0,1	5	5	4
5. Надёжность	0,2	5	5	4
6. Материалоёмкость	0,15	5	5	5

ИТОГО	1	4,6	4,2	3,75
-------	---	-----	-----	------

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 4,6;$$

$$\text{Аналог 1} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 4,2;$$

$$\text{Аналог 2} = 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 3,75.$$

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\max}}, \quad (4.13)$$

где Φ_i – стоимость i -го варианта исполнения;

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

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\max}} = \frac{102000}{110000} = 0,93; \quad I_{\phi}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{108000}{110000} = 0,98;$$

$$I_{\phi}^{a2} = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{\max}} = \frac{110000}{110000} = 1.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финаi}}^{ai}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p}; \quad I_{\text{финаi}}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{\text{финаi}}^{ai}}; \quad (4.14)$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{4,6}{0,93} = 4,95; \quad I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{4,2}{0,98} = 4,29; \quad I_{\text{фина2}}^{a2} = \frac{3,75}{1} = 3,75;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финаi}^{ai}} \quad (4.15)$$

Таблица 4.10 – Сравнительная эффективность анализа

№	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	1	0,93
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,75	4,6
3	Интегральный показатель эффективности	4,29	3,75	4,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	1,32	1

На основе расчета интегрального показателя с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности научного исследования можно заключить что, сравнительная оценка текущего проекта выше других аналогов.

Таким образом, итоговая себестоимость НИР составила 102729,14 рубля, время, необходимое для выполнения работы, составило 105 календарных дней.

5 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 [17].

На основании требований, установленных Трудовым кодексом РФ [18] необходимы конкретные мероприятия по созданию здоровых и безопасных условий труда, предупреждение несчастных случаев и профессиональных заболеваний, которые регламентируются специальными Правилами и Нормами.

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 [19], 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.

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Выпускная магистерская работа была выполнена в помещении, производственные условия которого характеризуются наличием опасных и вредных факторов, приведенных в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы производственного процесса

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа с ПЭВМ, кафедра ПФ ФТИ	—	Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
	Воздействие радиации (ВЧ, УВЧ, СВЧ и т.д.)	—	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»
	—	Пожарная безопасность	ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации

Опасные и вредные производственные факторы классифицируются по группам элементов:

- физические:
 - температура и влажность воздуха;
 - шум;
 - статическое электричество;
 - электромагнитное поле низкой частоты;
 - освещённость;
 - наличие ионизирующего излучения;
- психофизиологические.

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

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

5.2.1 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 на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией после обучения на рабочем месте. Проверяемому присваивается квалификационная группа по технике безопасности, соответствующая его знаниям и опыту работы и выдается специальная удостоверение.

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

5.2.2 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 5.1.

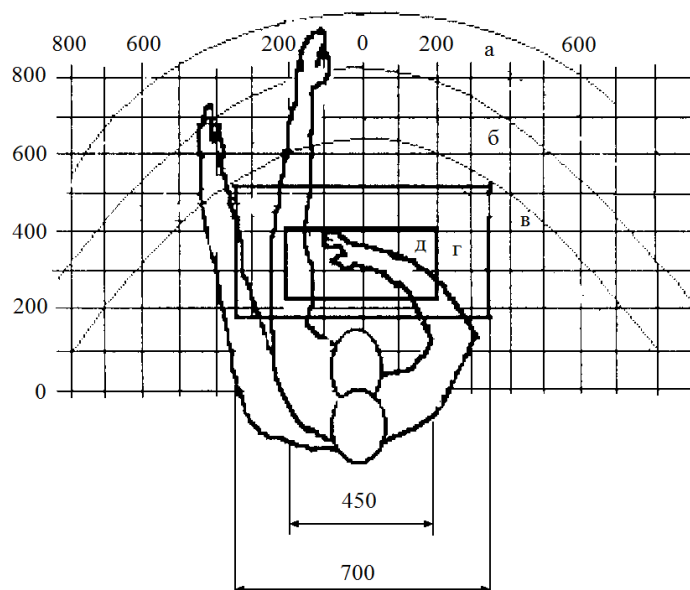


Рисунок 5.1 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости рук, б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке, в – зона легкой досягаемости ладони, г – оптимальное пространство для грубой ручной работы, д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы

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:

1. 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.

2. Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а так же 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.

3. 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.

4. 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.

5.2.3 Условия безопасной работы

Основные параметры, характеризующие условия труда: 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 [20] и приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, ° С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальные	Допустимые	Оптимальные	Допустимые	Оптимальные	Допустимые
Холодный и переходный	22-24	20-25	40-60	15-75	0,1	0-0,2
Тёплый	23-25	21-28	40-60	15-75	0,1	0-0,3

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.

Параметры микроклимата в лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40 %, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом от 20 до 25 °С, зимой от минус 13 до минус 15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция.

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 видео-кабеля. Согласно [21] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

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

Плотность магнитного потока должна быть не более:

1. в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц: 250 нТл;
2. 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 [21] 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.

5.4 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Влияние электрического тока на организм человека носит разносторонний характер, и может привести как к легкому, так и к тяжелому исходу. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое и биологическое действия:

- нагрев тканей вплоть до ожогов;
- разложение крови и плазмы – нарушение физико-химического состава;
- возбуждение тканей организма (судороги).

Степень опасности и исход поражения электрическим током зависят от ряда причин. Основными из них являются: величина тока проходящего через организм; путь прохождения тока; продолжительность действия тока; частота тока и сопротивление человека в момент соприкосновения с токоведущими частями, которые, в свою очередь, зависят от состояния окружающей среды (температура, влажность воздуха и т.д.).

При выполнении квалификационной работы исследования проводились на приборах, работающих от напряжения сети 220 В, вследствие чего возникает

опасность поражения электрическим током. Работая с этими приборами необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ и другие электроустановками 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 землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами.

Существует опасность электропоражения в следующих случаях:

1. при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ;
2. при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей);
3. при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
4. при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

1. отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы;
2. вывешивание плакатов, указывающих место работы;
3. заземление корпусов всех установок через нулевой провод;
4. покрытие металлических поверхностей инструментов надёжной

изоляция;

5. недоступность токоведущих частей аппаратуры (заключение в корпус электропоражающих элементов, заключение в корпус токоведущих частей).

5.5 Пожарная безопасность

Согласно [22], 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 возгорания:

- 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 разделяются 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:

1. Исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);

2. Применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов;

3. Правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);

4. Правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения – предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);

5. Обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;

6. Издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;

7. Соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;

8. Правильное размещение оборудования;

9. Своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

1. Сообщить руководству (дежурному).

2. Позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС –

тел. 112.

3. Принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

Список использованных источников

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СП 2.6.1.2523-09.
2. Яковлева В.С. и др. Методология многофакторного эксперимента по процессам переноса радона в системе «литосфера–атмосфера» // АНРИ. – 2009. – №4. – С. 55 – 60.
3. Adrian L. Melott¹ and Brian C. Thomas Astrophysical Ionizing Radiation and the Earth: A Brief Review and Census of Intermittent Intense Sources
4. Голубев В.Н., Фролов Д.М. Особенности миграции водяного пара на границах раздела атмосфера - снежный покров // Криосфера земли. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2015. – Т. XIX, № 1. – С. 22 – 29.
5. I. Seftelis, G. Nicolaou, S. Trassanidis, F.N. Tsagas. Diurnal variation of radon progeny, Demokritus University of Thrace, School of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, Laboratory of Nuclear Technology, Vas. Sofias 12, 67100 Xanthi, Greece.
6. Whicker, F.W. and Schultz, V. (1982) Radioecology: Nuclear Energy and the Environment. CRC Press, Boca Raton.
7. Вариации компонент радиационного фона в сейсмически активном и спокойном регионах / А.В. Вуколов, И.И. Ипполитов, В.Д. Каратаев, П.М. Нагорский, С.В. Смирнов, П.П. Фирстов, В.С. Яковлева // Известия ТПУ, 2012. – №1. – С. 184 – 190.
8. 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.

9. Aiyeola Oluwafemi Victor. Investigation of impacts of meteorological weather conditions on concentration of particulate matters in an iron smelting plant, in Ile-Ife, South Western Nigeria; Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Osun-State, Nigeria. 2013.

10. 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.

11. Титаева Н.А. / Н.А. Титаева // Ядерная геохимия. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2000. – 336 с.

12. Hötzl H., Winkler R. Long-term variation of outdoor radon equilibrium equivalent concentration // Radiat. Environ. Biophys, 1994. – P. 381.

13. Porstendörfer J., Butterweck G., Reineking A. Daily variation of the radon concentration indoors and outdoors and the influence of meteorological parameters // Health Phys, 1994. V.67. – №3. – P. 283.

14. Air radioactivity monitoring in Serbia ; Dragana Popovic, Dragana Todorovic, Vesna Spasic Jokic and Gordana Djuric University of Belgrade, Serbia, Institute for Nuclear Sciences Vinca, Belgrade, Serbia

15. Мишина Н.В., Черепнев М.С., Яковлева В.С. Моделирование влияния физических параметров грунта на радиационный фон приземной атмосферы // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции, г. Томск, 3-6 июня 2015 г. – Томск: НИ ТПУ, 2015. – 340 с.

16. Федеральный закон «Об основах охраны труда» от 17.07.1999 г. №181 – ФЗ.

17. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ (ТК РФ). – Раздел X. – Ст. 211.
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы».
19. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.
20. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
21. Пожаро- и взрывобезопасность промышленных объектов. ГОСТ Р12.1.004-85 ССБТ. Пожарная безопасность.
22. Черепнев М.С., Яковлева В.С. Вклад радона в атмосферные поля ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: Информационный ресурс // XVIII Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии». Секция 8: Физические методы в науке и технике. – НИ ТПУ. – Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Conferences/2012/C2/V3/v3_034.pdf, свободный.
23. Яковлева В.С., Каратаев В.Д., Зукау В.В. Моделирование атмосферных полей g- и b-излучений, формирующихся почвенными радионуклидами // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. ТПУ. – 2011. – № 1 (2).– С. 66 – 75.
24. Springtime warming and reduced snow cover from carbonaceous particles [Электронный ресурс]: Информационный ресурс, 2009 / M.G. Flanner, C.S. Zender, P.G. Hess, N.M. Mahowald, T.H. Painter, V. Ramanathan, P.J. Rasch – Режим доступа: www.atmos-chem-phys.net, свободный.
25. Review on remote sensing of the snow cover and on methods of mapping snow [Электронный ресурс]: Информационный ресурс //

Fourteenth Session of the Commission for Hydrology (CHy-14), 2012. – Geneva, Switzerland. – Режим доступа: <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/chy/chy14/>, свободный.

26. Силантьев К.А. Автоматизированные спектрометрические системы контроля радиационной обстановки [Электронный ресурс] / К.А. Силантьев – Режим доступа: <http://www.atom.nw.ru/atc/obninsk/spektrpost.html>, свободный.

27. Выявление закономерностей в реакции бета- и гамма-полей на атмосферные осадки / К.С. Рябкина, А.Г. Кондратьева, В.С. Яковлева, П.М. Нагорский // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции, г. Томск, 3-6 июня 2015 г. – Томск: НИ ТПУ, 2015. – С. 236.

28. Яковлева В.С., Нагорский П.М., Рябкина К.С. Развитие технологии радиационного мониторинга в городской среде // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции, г. Томск, 3-6 июня 2015 г. – Томск: НИ ТПУ, 2015. – С. 248 – 249.

29. Yakovleva V.S., Vukolov A.V., Cherepnev M.S. A very simple and cost-efficient method of radon exhalation monitoring in seismic active areas // Second East European Radon Symposium: Book of Abstracts. – Nis: Nais Print, 2014. – P. 108.

30. Validity check of using alpha-, beta- and gamma-radiation detectors for soil radon monitoring / V.S. Yakovleva, A.V. Vukolov, M.S. Cherepnev, T. Streil, I.I. Ippolitov, P.M. Nagorsky, S.V. Smirnov // Second East European Radon Symposium: Book of Abstracts. – Nis: Nais Print, 2014. – P. 114.

31. Исследование альфа- и бета-полей в приземной атмосфере / М.С. Черепнев, А.В. Вуколов, И.И. Ипполитов, М.В. Кабанов, П.М. Нагорский, С.В. Смирнов, В.С. Яковлева // Взаимодействие полей и излучения с веществом: труды XIII научной конференции молодых ученых. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2013. – С. 343 – 344.
32. Яковлева В.С. Методы определения объемной активности изотопов радона и продуктов распада в воздухе: Учебное пособие / В.С. Яковлева – Томск: НИ ТПУ, 2010. – 119 с.
33. Яковлева В.С., Санников Ф.А., Лужанчук Я.В. Моделирование переноса изотопов радона и дочерних продуктов распада в приземной атмосфере // Известия ВУЗов. Физика. – 2010. – Т. 53, № 11/2. – С. 79 – 85.
34. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.2. Новые приборы и методики измерений: коллективная монография / под ред. М.В. Кабанова. – Томск: изд-во «Спектр» Института оптики атмосферы СО РАН, 1997. – 295 с.
35. Беспалов В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: Учебное пособие. 4-е изд., исправ. / В.И. Беспалов – Томск: НИ ТПУ, 2008. – 369 с.
36. Каратаев В.Д., Яковлева В.С., Эргашев Д.Э. Исследование радиоактивности объектов окружающей среды на территории Томской области // Известия вузов. Физика, 2000. – Т. 43, № 4. – С. 105 – 109.
37. Исследование радиоактивности объектов окружающей среды на территории Томской области / С.И. Арышев, А.В. Богданов, В.Д. Каратаев, Д.Э. Эргашев, В.С. Яковлева // Депонировано в ВИНТИ 19.01.00 № 83-В00.
38. Низкофоновый полупроводниковый гамма-спектрометр для радиоэкологических исследований / С.И. Арышев, В.Д. Каратаев, Д.Э. Эргашев, В.С. Яковлева // Депонировано в ВИНТИ 19.01.00 № 82-В00.

39. Яковлева В.С. Методы и приборы контроля полей альфа-, бета-, гамма-излучений и радона в системе «грунт-атмосфера»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук:

спец. 05.11.13 / В.С. Яковлева – Томск, 2013. – 35 с.

40. Baci, A.C., 2005. Radon and thoron progeny concentration variability in relation to meteorological conditions at Bucharest (Romania). J. Environ. Radioact. 83, 171e189

41. Adrian L. Melott¹ and Brian C. Thomas Astrophysical Ionizing Radiation and the Earth: A Brief Review and Census of Intermittent Intense Sources

42. Journal of Environmental Science and Engineering.;Monitoring of Ionizing Radiation Using Geiger Instrument during February to April 2015 in Sao Jose Dos Campos, SP, Brazil Inacio Malmonge Martin¹, Marcelo Pego Gomes¹, Bogos Nubar Sismanoglu,

43. L. Bamidele. Measurement of ionizing radiation level in an high altitude town of Imesi-Ile, Osun-State, Southwestern Nigeria, Department of mathematics and statistics, Osun-State College of Technology, Esa-Oke, Osun-State, Nigeria.

44. I. Seftelis, G. Nicolaou, S. Trassanidis, F.N. Tsagas. Diurnal variation of radon progeny, Demokritus University of Thrace, School of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, Laboratory of Nuclear Technology, Vas. Sofias 12, 67100 Xanthi, Greece.

45. S. T. Mane, T. B. Mane, A. K. Sharma. Environmental Natural Gamma Radiation Level and Activity of Uranium-238, Thorium-232 at Different Places Measured Using NaI (Tl) Scintillation Detector.

46. Aiyeola Oluwafemi Victor. Investigation of impacts of meteorological weather conditions on concentration of particulate matters in an

iron smelting plant, in Ile-Ife, South Western Nigeria; Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Osun-State, Nigeria. 2013.