

Школа Инженерная школа ядерных технологий (ИЯТШ)
 Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка способа проведения термометрических измерений сеансов локальной гипертермии в тканезквивалентном фантоме нижней конечности человека для радиосенсибилизации злокачественных новообразований

УДК616.849.5:536.51:616.718-006

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А5А	Зеленцов Денис Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Черепенников Ю.М.	к.т.н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Медицинский физик НИИ Онкологии Томского НИМЦ РАН	Милойчикова И.А	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.А	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ядерная физика и технологии	Бычков П.Н.	к.т.н		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
Р 1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
Р 2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
Р 3	Готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда; генерировать организационно-управленческих решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений; осуществлению и анализу исследовательской и технологической деятельности как объекта управления.
Р 4	Умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы; осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
Р 5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
Р 6	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р 7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Р 8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.
Р 9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов.
Р 10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.

Р 11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
Р 12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
Р 13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.
Р 14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработки способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
Р 15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий (ИЯТШ)
 Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Отделение ядерно-топливного цикла
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года) _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.01.19	Выбор направления исследования	6
14.03.19	Составление и утверждение технического задания	4
1.04.19	Подбор и изучение материалов по теме	6
10.05.19	Проведение измерений	8
30.05.19	Анализ и описание результатов	7
11.06.19	Подготовка к защите ВКР	9

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Черепенников Ю.М.	к.т.н		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Медицинский физик НИИ Онкологии Томского НИМЦ РАН	Милойчикова И.А	к.ф.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Бычков П.Н.	к.т.н		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А5А	Зеленцов Денис Игоревич

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Радиационная безопасность человека и окружающей среды

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Амортизационные затраты на спецоборудование – 13438,35 рублей; Затраты на основную и дополнительную з/п – 19735+ 2960рублей;</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Затраты на отчисление во внебюджетные фонды – 5954,13 рубля; Накладные расходы – 36312рубля.</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Описание потенциальных потребителей; SWOT-анализ.</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Структура работ в рамках научного исследования; Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; Бюджет проекта.</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение интегрального финансового показателя разработки; Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки; Определение интегрального показателя эффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

*Оценка конкурентоспособности технических решений
Матрица SWOT
Альтернативы проведения НИ
График проведения и бюджет НИ
Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН ШБИП ТПУ	Подопригора И.А	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А5А	Зеленцов Д.И		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0А5А	Зеленцов Денис Игоревич

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Радиационная безопасность человека и окружающей среды

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</i>	вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, электромагнитное излучение); опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
<i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i>	требования охраны труда при работе на ПЭВМ; электробезопасность; пожаровзрывобезопасность;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	08.04.19
---	----------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А5А	Зеленцов Д.И.		

Оглавление

Введение	14
1 Терапевтические подходы к лечению мягкотканых сарком.....	16
1.1 Заболеваемость мягкоткаными саркомами.....	16
1.2 Виды мягкотканых сарком.....	17
1.3 Клиническая классификация опухолей мягкотканых сарком.....	24
1.4 Терапия мягкотканых сарком	26
1.5 Локальная гипертермия как универсальный модификатор радио- и химиотерапии	27
1.5.1 Принцип действия высокочастотной гипертермии	29
1.5.2 Современные подходы к проведению термометрии емкостных систем для глубокой гипертермии	30
2 Разработка способа проведения термометрических измерений сеансов локальной гипертермии в тканеэквивалентном фантоме нижней конечности человека	38
2.1 Экспериментальное оборудование.....	38
2.1.1 Аппарат для проведения локальной гипертермии Celsius TCS	38
2.1.2 Аппарат TempSens	42
2.1.3 Анализатор импеданса AD5933	43
2.2. Создание тканеэквивалентного гетерогенного фантома нижней конечности.....	45
2.2.1 Разработка макета тканеэквивалентного гетерогенного фантома нижней конечности	45
2.2.2 Разработка материалов для создания гетерогенного фантома нижней конечности	46

2.2.3 Сборка тканеэквивалентного гетерогенного фантома нижней конечности.....	48
2.3 Термометрические измерения сеансов локальной гипертермии в тканеэквивалентном фантоме нижней конечности.....	52
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	57
3.1. Предпроектный анализ.....	57
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	58
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	59
3.1.3 SWOT-анализ.....	61
3.2 Планирование управления научно-техническим проектом.....	64
3.2.1 Иерархическая структура работ проекта.....	64
3.2.2 Контрольные события проекта.....	65
3.2.3 План проекта.....	65
3.3 Бюджет научно-технического исследования.....	68
3.3.1 Расчет материальных затрат.....	68
3.3.2 Расчет амортизации оборудования для экспериментальных работ.....	70
3.3.3 Затраты на оплату труда исполнителей научно-технического исследования.....	71
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	74
3.3.5 Накладные расходы.....	75
3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	76
3.5 Определение ресурсной эффективности исследования.....	76
4 Социальная ответственность.....	79
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	79

4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПК	81
4.2.1 Организационные мероприятия.....	81
4.2.2 Организация рабочего места оператора ПК.....	81
4.2.3 Условия безопасной работы.....	84
4.3 Электробезопасность.....	86
4.4 Пожарная и взрывная безопасность	88
Заключение	91
Список используемых источников.....	92

1 Терапевтические подходы к лечению мягкотканых сарком

В данной главе представлено описание злокачественных новообразований, а именно мягкотканых сарком, их классификация, а также основные подходы к лечению. Рассмотрен один из наиболее распространенных радиомодификаторов – гипертермия. Представлены основные подходы к проведению термометрических измерений.

1.1 Заболеваемость мягкоткаными саркомами

Хоть и злокачественный новообразования мягких тканей достаточно нечастное явление, но каждый год по России регистрируется около 2 тыс. новых случаев. В течение года более чем в 3-х административных округах РФ регистрируется не менее 7 новых случаев злокачественных новообразований. И ярким примером злокачественной мягкотканой опухоли является саркома.[4]

Саркомы – редкая группа опухолей. В России ежегодно регистрируется около 10 000 новых случаев, что составляет 1 % всех злокачественных новообразований. Заболеваемость составляет 30 случаев на 1 000 000 населения. В детском возрасте частота выше и составляет 6,5 %, занимая 5-е место по заболеваемости и смертности. Саркомы мягких тканей (СМТ) составляют 60 % от общего числа и возникают на нижних и верхних конечностях в соотношении 3:1, при этом около 75 % сарком возникают в области коленного сустава. Саркомы в области головы и шеи возникают редко, с частотой не более 10 %. На туловище в забрюшинном пространстве СМТ локализуются в 30 % случаев, при этом 40 % составляют забрюшинные опухоли.[5]

1.2 Виды мягкотканых сарком

Лейомиосаркомы

Лейомиосаркома (ЛМС) – редкая форма рака, которая чаще всего поражает матку, но может также распространяться на другие области, такие как мочевой пузырь или желудочно-кишечная система.

Она обозначается как «саркома мягких тканей» и возникает в гладкой или непроизвольной мышце. ЛМС считается злокачественным опухолью и отличается от лейомиомы, которая является доброкачественной. ЛМС считается «поддающимся лечению» при раннем заражении.

ЛМС встречается редко (только у 6 из 1 миллиона женщин), но обладает высокой агрессивностью и, вероятно, метастазирует, чтобы заразить другие области тела, включая легкие.

В отличие от других видов рака, которые влияют на матку, ЛМС в большинстве своём реагирует только на такие методы как гормональные, в то время как лучевая и химиотерапия не приносит никакого результата. Если рак лейомиосаркомы улавливается на ранних стадиях, наиболее эффективным методом лечения обычно является хирургическое удаление. Чтобы полностью удалить рак, необходимо удалить «ясную границу» ткани, окружающей опухоль. Это означает, что опухоль вместе с частью ткани, которая кажется здоровой, должна быть удалена хирургическим путем. Если какие-либо раковые клетки остаются в организме, новая опухоль может начать расти. Более половины всех пациентов, получавших LMS, требуют дополнительных процедур в течение 8 – 16 месяцев после первоначальной диагностики.[6]

Диагностика лейомиосарком

Диагноз лейомиосаркомы может быть сделан на основе подробной истории болезни, тщательной клинической оценки и различных тестов, включая анализ крови, хирургическое удаление и микроскопическое исследование ткани (биопсии) и различные методы визуализации. В некоторых случаях люди могут заметить болезненный кусок или массу в

пострадавшем районе. Ключевым диагностическим аспектом является выделение злокачественной лейомиосаркомы из его доброкачественной анатомии – лейомиомы.

Для подтверждения диагноза лейомиосаркомы может быть выполнена тонкоигольная аспирация. Искомая потребность в аспирации (FNA) – это диагностический метод, при котором тонкая, полая игла пропускается через кожу и вводится в узел или массу для извлечения небольших образцов ткани. Собранную ткань затем исследуют под микроскопом. В некоторых случаях FNA может оказаться неубедительной, и врачи могут выполнять биопсию ядра (Trucut) или инсультовую биопсию. Во время Trucut или предварительной биопсии небольшую ткань образца удаляют хирургическим путем и отправляют в лабораторию патологии, где ее обрабатывают и изучают, чтобы определить ее микроскопическую структуру и макияж (гистопатология).

Специализированные методы визуализации могут использоваться для оценки размера, размещения и расширения опухоли и для оказания помощи в будущих хирургических процедурах среди лиц с лейомиосаркомами. Такие методы визуализации могут включать магнитно-резонансную томографию компьютерную томографию и ультразвук. Во время КТ-сканирования компьютер и рентгеновские лучи используются для создания пленки, показывающей поперечные изображения определенных структур ткани. МРТ использует магнитное поле и радиоволны для получения поперечных изображений отдельных органов и телесных тканей. Во время ультразвукового отражения звуковые волны создают изображение внутренних органов и других структур внутри тела.

Лабораторные тесты и специализированные визуализационные тесты также могут быть проведены для определения возможной инфильтрации региональных лимфатических узлов и наличия отдаленных метастазов.[7]

Фибросаркома— это тип саркомы, очень специфическая форма рака, известная своими злокачественными новообразованиями веретена, и тот факт, что она влияет на соединительную ткань. Саркома может вызывать рак в костях, хрящах, гладких мышцах и скелетных мышцах. Конечно, он также может распространяться и от своего места происхождения.

Этот тип саркомы – это тот, который развивается в костях. Фибросаркома составляет примерно 5% от первичной костной саркомы. Это очень редкая форма рака, затрагивающая только одного человека на каждые 2 000 000 человек.

Как следует из названия, эта саркома является результатом аномального деления клеток фибробластов. Вместо того, чтобы производить кость или хрящ, эти клетки образуют коллаген. Чем выше ранг опухоли, тем меньше коллагена эти клетки будут производить. Когда производство клеток, отвергнутое фибросаркомой, выходит из-под контроля, конечность жертвы или даже их жизнь могут подвергаться риску.[8]

Диагностика фибросарком

Поскольку фибросаркома поражает кости, это, очевидно, начинается с опухолей. Чаще всего, однако, его можно найти в интрамедуллярной полости. Это менее плотное пространство костного мозга. Тем не менее, периостальные и пастостальные поражения также были выявлены в прошлом и, как правило, имеют лучший прогноз для пациента.

Одна из основных проблем диагностики фибросаркомы заключается в том, что существует несколько других видов рака кости, каждый из которых должен быть правильно идентифицирован, поэтому его можно лечить правильно. Даже с помощью рентгенограмм это может быть сложной задачей. Злокачественные одиночные фиброзные опухоли, миофиброматоз, лейомиосаркома, остеосаркома, миелома, метастическое заболевание, лимфома, десмопластическая фиброма и злокачественная фиброзная гистиоцитома— это лишь некоторые из злокачественных опухолей, которые можно ошибочно принять за фибросаркому и наоборот.

Вот почему биопсии почти всегда выполняются даже после того, как была использована радиография. Редкость развития злокачественных костей означает, что важно быть уверенным, что что-то вроде фибросаркомы действительно присутствует до начала лечения. Для диагностики диагноза также может использоваться КТ, МРТ или УЗИ.[8]

Факторы риска

Данному виду рака подвержены в равной степени представители обоих полов. Однако наиболее распространенными жертвами являются люди в возрасте от 30 до 60 лет. Однако у пожилых людей фибросаркома часто считается результатом ранее существовавшего доброкачественного поражения. Например, этот тип саркомы иногда следует за энхондромой, остеохондроматозными, гигантскими клеточными опухолями, хроническим остеомиелитом и фиброзной дисплазией.

Как ни странно, в этих случаях фибросаркома чаще встречается, когда повреждения фиброзной дисплазии обнаруживаются в одной кости, в отличие от многих. Обычно сама фибросаркома просто атакует одну кость, хотя иногда она разветвляется на многих.

У тех, у кого есть эндокринные расстройства, считается более высокий риск заражения фибросаркомой. Другие синдромы, такие как Mazarin и McCuneAlbright, также, похоже, связаны с этим раком.

Известно, что в фибросаркоме есть некоторые изменения генов, в настоящее время это знание действительно не помогает нам, поскольку у нас нет скринингового теста, чтобы узнать, кто находится под повышенным риском.

Наряду с этим, наличие многочисленных ранее существовавших повреждений может означать, что вторичная фибросаркома является потенциальной угрозой, бывает такая небольшая часть времени, что практически невозможно использовать эту информацию для чего угодно, кроме спекуляции.[8]

Липосаркома

Липосаркома — злокачественная опухоль, образованная липобластами или жировой тканью. Часто локализуется на нижних конечностях, в области плеча или в забрюшинном пространстве, однако не исключается возможность поражения иных участков тела. На его долю приходится до 18% всех саркомы мягких тканей. Липосаркома может встречаться почти в любой части тела, но более половины случаев липосаркомы включают бедро, а до третьей – брюшную полость.

Данный вид опухолей чаще встречается у взрослых в возрасте от 40 до 60 лет. У детей обычно заболевание диагностируется в подростковом возрасте.

Существует четыре типа липосаркомы, каждая со своими уникальными характеристиками и поведением.

– Хорошо дифференцированная липосаркома является наиболее распространенным подтипом и обычно начинается как опухоль низкого уровня. Низкосортные опухолевые клетки очень похожи на нормальные жировые клетки под микроскопом и имеют тенденцию расти и медленно меняться.

– Миксоидная липосаркома является опухолью от среднего до высокого ранга. Его клетки выглядят менее обычными под микроскопом и могут иметь компонент высокого класса.

– Плеоморфная липосаркома является редчайшим подтипом и представляет собой опухоль высокой степени с клетками, которые сильно отличаются от нормальных клеток.

– Дедифференцированная липосаркома возникает, когда опухоль низкого уровня изменяется, а новые клетки в опухоли являются высокосортными.

Риск повторения и метастазов с липосаркомой увеличивается с более высоким уровнем.

Ученые еще не знают причины липосаркомы. Хотя пациенты иногда замечают опухоль после того, как они испытывают травму, липосаркома, как известно, не вызвана травмой. Также не известно, что он развивается из доброкачественных липосом, которые являются безвредными кусками жира.

Большинство людей с липосаркомой не подозревают о болезни. Они могут заметить нарост (который может быть мягким или твердым на ощупь), который обычно безболезнен и медленно растет. К сожалению, опухоли в брюшной полости могут расти достаточно большими, прежде чем они будут найдены.[9]

Диагностика липосарком

Физические исследования является первым шагом в процессе диагностики липосаркомы. Опухоли размером 5 см или более и глубинные, твердые и закрепленные на лежащих в основе структурах обычно считаются подозрительными. Тестирование изображений является следующим шагом и часто включает рентген и МРТ. Опытный радиолог может подозревать диагноз на основании результатов этих испытаний.

Существует два основных типа биопсии: игла и хирургическая биопсия. Расположение, разрез и технические аспекты биопсии могут повлиять на варианты лечения и результаты лечения пациента. Поэтому важно, чтобы биопсия планировалась хирургом или рентгенологом, имеющим саркомы.

Результаты исследований биопсии и визуализации дают врачам представление о «степени распространения» или стадии болезни, которая может быть использована для составления плана лечения. [9]

Лечение

Хирургия – является методом лечения липосарком начальных стадий, которые еще не распространились на другие органы. В большинстве случаев хирург удаляет опухоль вместе с широким запасом здоровой ткани вокруг опухоли с целью оставить область свободной от болезни и предотвратить

возвращение опухоли. Большинство опухолей рук и ног можно успешно удалить, избавив участвующую конечность. Иногда примерно в 5% случаев ампутация является наилучшим способом полностью удалить рак и восстановить работоспособность пациента. Полное хирургическое удаление опухолей в брюшной полости затруднено, частично из-за трудности получения четких полей нормальной ткани.

Было показано, что комбинация хирургии и лучевой терапии предотвращает рецидив на хирургическом участке примерно в 85 – 90% случаев липосаркомы. Эти результаты варьируются в зависимости от подтипа саркомы, который задействован. Радиационная терапия может использоваться до, во время или после операции, чтобы убить опухолевые клетки и уменьшить вероятность возвращения опухоли в том же месте. Лучевая терапия, которая дается перед операцией, может быть более полезной, но она также может затруднить хирургические раны для лечения.

Роль химиотерапии в лечении липосаркомы четко не определена, но ее можно рекомендовать в определенных ситуациях, когда пациенты подвергаются высокому риску рецидива или уже имеют широко распространенное заболевание.[9]

Прогноз для пациентов с липосаркомой

Статистика прогноза основана на исследовании групп пациентов с липосаркомой. Эти статистические данные не могут предсказать будущее отдельного пациента, но они могут быть полезны при рассмотрении наиболее подходящего лечения и наблюдения за пациентом.

Прогноз Liposarcoma сообщается на основании подтипа болезни. Пятилетние показатели выживаемости (шансы не умереть от причин, связанных с раком): 100% в хорошо дифференцированной липосаркоме, 88% в миоксоидной липосаркоме и 56% в плеоморфной липосаркоме.

Десятилетняя выживаемость составляет 87% в хорошо дифференцированной липосаркоме, 76% в миоксоидной липосаркоме и 39% в плеоморфной липосаркоме. Однако сайт заболевания оказывает сильное

влияние на прогноз хорошо дифференцированной и де-дифференцированной липосаркомы. Если эти липосаркомы возникают в брюшной полости, то полное искоренение опухоли в долгосрочной перспективе встречается реже. Вероятно, это потому, что хирург полностью удаляет опухоли в этом месте.

Регулярное наблюдение продолжится на протяжении всей жизни пациента. Он обычно включает в себя исследования физического обследования и визуализации. МРТ или компьютерная томография исходного местоположения опухоли типичны, а для обнаружения метастазов используется рентгенография грудной клетки или КТ. [9]

1.3 Клиническая классификация опухолей мягкотканых сарком

У опухолей существуют различает классы и их отличают по следующим принципам распределения: по биологическим признакам, по степени распространенности, гистологическому строению, по локализации опухоли и др.

Для решения вопроса насколько сильно распространено новообразование используется международная классификация злокачественных опухолей TNM. Главными показателями в ней являются:

T – распространенность первичной опухоли;

N – состояние регионарных, а при некоторых локализациях и экстарегинарных лимфатических узлов;

M – наличие или отсутствие отдаленных метастазов.

К этим 3 компонентам добавляются цифры, которые указывают на распространенность злокачественного процесса: T₀, T₁, T₂, T₃, T₄; N₀, N₁, N₂, N₃, N₄; M₀, M₁. Другие дополнительные символы используются в особых случаях.

Первичная опухоль (T)

T_x – недостаточно данных для оценки первичной опухоли ;

T₀ – первичная опухоль не определяется;

T_{is} – преинвазивная карцинома;

T₁– опухоль до 2 см в наибольшем измерении;

T₂– опухоль до 4 см в наибольшем измерении;

T₃– опухоль свыше 4 см в наибольшем измерении;

T₄– опухоль распространяется на сопредельные структуры.

N – регионарные лимфатические узлы

N_x– недостаточно данных для оценки состояния регионарных лимфатических узлов;

N₀– нет признаков поражения регионарных лимфатических узлов

N₁– метастазы в одном гомолатеральном лимфатическом узле до 3см в наибольшем измерении;

N₂– метастазы в одном гомолатеральном лимфатическом узле до 6см в наибольшем измерении или численные метастазы в гомолатеральных лимфатических узлах, ни один из которых не превышает 6 см в наибольшем измерении, или билатеральные, или контралатеральные лимфатические узлы размером до 6 см в наибольшем измерении;

N_{2a}– метастаз в гомолатеральном лимфатическом узле до 6см в наибольшем измерении;

N_{2b}– численные метастазы в гомолатеральных лимфатических узлах, ни один из которых не превышает 6 см в наибольшем измерении;

N_{2c}– билатеральные, или контралатеральные метастатические лимфатические узлы размером до 6см в наибольшем измерении;

N₃– метастазы в лимфатических узлах размером свыше 6см в наибольшем измерении.

M – Отдаленные метастазы

M_x – недостаточно данных для определения отдаленных метастазов;

M₀ – нет признаков отдаленных метастазов;

M₁ – имеются отдаленные метастазы. [10]

1.4 Терапия мягкотканых сарком

Методами выбора лечения являются радикальные операции (удаление опухоли с прилегающими тканями до здоровых клеток), резекция – опухоль может быть удалена лучевой терапией либо в комбинации лучевой терапии и химиотерапии перед самой резекции опухоли

Широкие органосохраняющие резекции с пред- и/или послеоперационной химиотерапией дают хорошие отдаленные результаты при саркомах конечностей с высокой степенью злокачественности. Хирургический метод для сарком области головы, шеи и туловища в комбинации с химиотерапией или лучевой терапии дает положительный локальный контроль заболевания.

При проведении лечения забрюшинных сарком, такой метод как радикальное удаление является достаточно тяжелым, а возможность лучевой терапии с адекватной дозой облучения ограничена.

В тех случаях, когда болезнь зашла далеко и проведение радикальной органосохраняющей операции, на первом этапе пациенту проводят изолированную химиоперфузию конечности, благодаря чему удается перевести «не операбельный случай» в операбельный.

Пациенты с наличием 4-й стадии могут воспользоваться хирургическим методом в случае, если злокачественное новообразование операбельно.

Удаление легочных метастаз возможно, при отсутствии плеврального выпота и метастазов в лимфатические узлы средостения, а также при отсутствии противопоказаний для операции на грудной клетке.

Эффективность и безопасность применения той или иной группы лекарств при разных онкологических заболеваниях постоянно изучаются. В результате расширяются возможности их назначения как самостоятельно, так и в комбинации с препаратами стандартной химиотерапии. [11]

1.5 Локальная гипертермия как универсальный модификатор радио- и химиотерапии

Гипертермия оказалась эффективным способом лечения опухолей в одиночку и в сочетании с лучевой терапией и химиотерапией. Его эффективность зависит от способности как повышать температуру ткани, несущей опухоль, так и поддерживать ее на определенном уровне в течение определенного периода. Эффекты повышения температуры на ткани и клетки, в естественных условиях и в пробирке, потребовали много исследований. Аналогичным образом, было проведено много исследований различных методов, используемых для доставки тепла к ткани и распределению тепла, выделяемого каждой из них. Тем не менее, мало что известно о физических и физиологических факторах, которые могут влиять на результирующее распределение температуры. В частности, мало внимания уделялось роли кровотока в изменении температуры ткани при локальном нагревании. [12]

Современное состояние гипертермической онкологии

Актуальность и большая значимость исследований в данной области обуславливает быстрое развитие и выявление новых методов лечения. Так, на передний план перспективных направлений выходит многокомпонентное лечение. Это предполагает лечение, которое сочетает в себе различные способы и средства, увеличивающие у злокачественных новообразований чувствительность к радио и химиотерапии. Модификаторы способны увеличивать у опухолевых клеток чувствительность к лучевой или лекарственной терапии, поэтому их значение в лечении злокачественных новообразований может оказывать различные воздействия: синхронизация клеточного цикла за счёт веществ, понижающие содержание кислорода (общая и локальная гипоксия), повышение уровня глюкозы в крови (искусственная гипергликемия), общая и локальная гипертермия и др. [13].

При многокомпонентном лечении выделяется перечень свойств, которые являются приоритетными в сравнении с комплексным лечением:

проведение лечения у пациентов, которые облучались и перенесли радикальную операцию, пациенты с вмешательствами хирургического характера, а также людей с опухолью, которая не подлежит хирургическому вмешательству, операция у людей, для которых она не предусмотрена и при все вмешательства могут быть как на первичном так и на следующих этапах лечебной программа.[13]

«В современной клинической онкологии – отмечает один из ведущих онкологов СНГ В.И. Чиссов – утверждается тенденция к комплексному использованию широкого арсенала физических методов воздействия практически на всех этапах радикального и паллиативного лечения онкологических больных с целью повышения его эффективности, улучшения функциональной и социально-трудовой реабилитации, причем данное направление имеет широкие перспективы и будет активно развиваться в ближайшее десятилетие» [13].

Биологическое действие гипертермии

При температуре свыше 45°C происходит неселективная коагуляция и денатурация белков, что приводит к разрушению живых клеток. Механизм разрушения опухолевых клеток при температуре 42 – 45°C до конца не исследован. На данный момент установлено, что гипертермия действует на двух уровнях:

1) Клеточном: подавление клеточного синтеза, внутриклеточные изменения, изменение свойств клеточных мембран;

2) Опухолевом: охватывает сосудистую сеть опухоли.

Исследования, направленные на изучение такого направления как гипертермия, позволяют выделить следующие механизмы действия: температурные воздействия на поведение генов, усиливающиеся или, наоборот, тормозящиеся в процессе гипертермии. Гипертермия имеет также антиангиогенное действие и выполняет иммунотерапевтическую функцию благодаря наличию белков теплового шока, синтезируемых опухолевыми клетками, находящимися в напряженном состоянии. Также выявлено, что

гипертермия влияет на клеточный цикл, включая апоптоз (регулируемый процесс программируемой клеточной гибели, в результате которого клетка распадается на отдельные апоптотические тельца). «Известно также, что гипертермия способна стимулировать защитные силы организма» [14].

1.5.1 Принцип действия высокочастотной гипертермии

Исследуемый объект – конкретная часть тела пациента – помещается между двумя электродами (рисунок 1). При прохождении радиоволн между 2-мя электродами, создаются колебания свободных зарядов-электронов и ионов, а также наблюдается у диполей вращение, частота которых достигает 8 миллионов раз в секунду. Все эти действия в совокупности повышают температуру ткани. Благодаря использованию электромагнитного излучения мы добиваемся повышения температуры необходимой ткани в кратчайшее время. Когда необходимое значение температуры достигается, то остановка нагрева мгновенно останавливается при завершении воздействия радиоволн. Принцип действия высокочастотной гипертермии представлен на рисунке 1.1. [15]

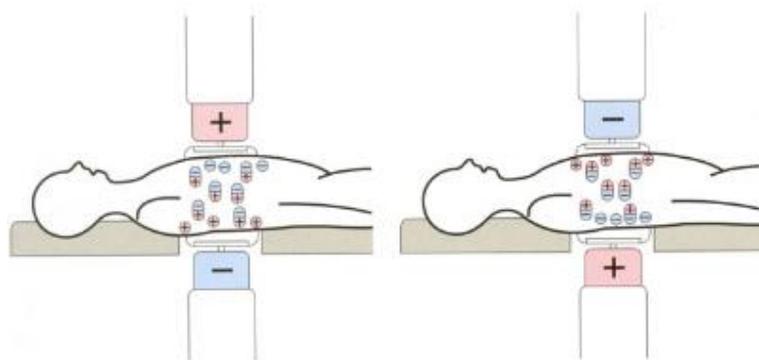


Рисунок 1.1 – Принцип действия высокочастотной гипертермии

Гипертермия действует в трех температурных уровнях:

- 1) Разогрев опухолевых клеток до $38 - 40^{\circ}\text{C}$. При этом возможен рост клеток;
- 2) Разогрев ткани до $40 - 42^{\circ}\text{C}$ происходит сенсбилизация опухоли к химиопрепаратам и ионизирующему излучению;

3) Разогрев опухолевой ткани свыше 43 – 44° С. В этом температурном диапазоне запускается гибель опухолевых клеток. Экспозиционные режимы повреждения опухоли составляют при 42° С – 120 минут, при 43° С – 60 минут, при 44° С – 30 минут, а при 45° С – всего 15 минут. При одновременном сочетании воздействия нагрева и цитостатиков повреждение опухолевой ткани усиливается без вреда для иммунитета [16].

Исследование гипертермических режимов воздействия на опухолевые клетки показали, что возрастание температуры воздействия приводит к значительному увеличению противоопухолевой активности химиотерапевтических средств, увеличивается накопление меченых противоопухолевых препаратов в опухоли и метастатических очагах.[17]

1.5.2 Современные подходы к проведению термометрии емкостных систем для глубокой гипертермии

Термометрия – это измерение температуры тела. Такие измерения, обычно, проводятся при помощи специального медицинского термометра, шкала которого градуирована от 34° до 42° по Цельсию с делениями по 0,1°. На данный момент выделяется 3 основных способа установления температуры в классификации локальности: нахождение прибора в ротовой полости, в подмышечной впадине или в прямой кишке. Измерение температуры в прямой кишке показало, что температура в ней на 0,5 – 1° выше, чем в подмышечной впадине. [18]

Существует ещё один прибор, который также служит для получения термометрических показаний – температурный индикатор. Он предназначен для многократного использования и состоит из полоски из пластика, который крепится на лбу. Полоски имеют область, которая пропитана химическими веществами. В каждой такой области указана своя температура. При достижении необходимой температуры химические вещества, которые пропитывают вставки индикатора начинают менять цвет. Таким образом можно определить среднюю температуру тела.

Еще один метод термометрии, нашедший применение в клинической практике в последние годы, – тепловидение, суть которого заключается в регистрации инфракрасного (теплового) излучения. Прибор, называемый телевизором, имеет панель, на которой отражается распределение температуры исследуемого объекта, в данном случае поверхности тела пациента, в виде цветного образа. Каждый цвет имеет соответствующую определенную температуру. Таким образом, можно легко выявить поврежденные участки по локальному изменению температуры. Такая методика позволяет упростить исследования заболеваний кожи и внутренних органов такие как : желчный пузырь, аппендикс и т.д.[18]

Различают несколько степеней повышения температуры тела: диапазон температур в 37 – 38°C называется субфебрильной, 38 – 39°C – умеренно повышенной, 39 – 40°C – высокой, 40 – 41°C – чрезмерно высокой. Температура тела свыше 41°C, называется гиперпиретической, обычно сопровождается тяжелыми нервными проявлениями и опасна для жизни.

Показания температуры вносят в специальный лист и измерения проводятся 2 раза в течение дня. С помощью отметок, которые делаются на протяжении 2-3 дней, создается температурная кривая, которая имеет характерный вид заболевания, которая значительно упрощает диагностику лечения. Лихорадка- это наличие повышенной температуры тела, при которой наблюдаются температурные перепады на протяжении некоторого отрезка времени. Она сопровождается нарушением функций всех систем организма, а также наличием высокой температуры. [18]

Виды температурных датчиков:

1) волоконно-оптические датчики

Широкое внедрение новых разработок в клинику станет в полной мере оправданным с использованием средств, позволяющих осуществлять мониторинг изменения состояния биологической ткани, подвергаемой лазерному или иному воздействию. Одним из таких средств контроля могут быть во-

локонно-оптические датчики (ВОД). По принципу действия ВОД разделяют на интерференционные, распределенные (обратное и прямое рассеяние), люминесцентные, на внутриволоконных решетках и комбинированные.

Фирма «Орзепз» (Канада) выпускает ВОД температуры интерферометрического (поляризационного) типа. В изделии ОТР-М чувствительным элементом является двулучепреломляющий кристалл, характеристики которого изменяются с температурой. Кристалл заключен между линейным поляризатором и диэлектрическим зеркалом. Датчик позволяет измерять температуры в диапазоне 0 – 85 °С. Достоинством ВОД этого типа является стабильность во времени характеристик двулучепреломления кристалла. Точность измерения $\pm 0,15$ °С заявлена только для калиброванного диапазона 20 – 45 °С. Кристалл длиной 3 мм расположен на оконечном участке оптического волокна в защитной оболочке (диаметр поперечного сечения 0 1,8 мм). Производитель предлагает и более миниатюрные ВОД температуры неинтерференционного типа с чувствительным элементом 0 0,17 мм на оконечном торце оголенного оптического волокна. [19]

Необходимо также учитывать, что законодательство ограничивает продажу указанных датчиков по врачебным требованиям. Часть производителей указывают на отсутствие разрешения на использование ВОД в качестве медицинского инструмента. В этих случаях сертифицирование инструмента и получение разрешения на клиническое применение являются обязанностью заказчика продукции.

Развитие коммерческого рынка и обзор научных публикаций свидетельствуют о росте интереса к применению достаточно миниатюрных ВОД температуры в биомедицинских задачах. Основным препятствием внедрения новой аппаратуры с ВОД остаются относительно высокая стоимость и продолжительный цикл разработки и освоения. Тем не менее, уже существуют реальные наукоемкие продукты. Успехи в создании малогабаритных волоконных лазеров и прогресс в новейших

оптоволоконных технологиях послужат дальнейшему внедрению ВОД в практику медицинского приборостроения.[19]

2) инфракрасные датчики

Инфракрасные датчики температуры представляют собой бесконтактные устройства. В зависимости от условий применения датчики выполнены в двух вариантах: переносные устройства и стационарные модели. Переносные датчики могут свободно перемещаться по территории для проведения замеров в разных точках. Стационарные устанавливаются в определенном месте, где будет происходить контроль температуры объектов.

Модели датчиков отличаются спектральным диапазоном измерения, пределами измеряемых температур, временем отклика. Также условия работы влияют на выбор оптики датчика, изготовленной из различных материалов.[20]

Возможности применения инфракрасных датчиков температуры

Инфракрасные датчики применяются для измерения температуры во многих современных отраслях промышленности:

- автомобильная промышленность, в том числе для контроля процесса покраски,
- машиностроение,
- производство бумаги и печатная промышленность,
- производство пластмасс,
- металлургическая отрасль,
- пищевая промышленность,
- автодорожное строительство,
- производство стекла и керамики и изделий из них,
- упаковочные линии в рамках различных производств,
- хранение и перевозка товаров и материалов.[20]

Инфракрасные датчики могут встраиваться в различные системы автоматического управления производственными процессами, применяться в системах управления зданиями типа «умный дом» и охранных системах.[20]

Назначение инфракрасных датчиков температуры

Применение инфракрасных датчиков для контроля температуры позволяет решать такие задачи:

- измерение температуры удаленных и недоступных для контакта объектов,
- определение температуры объектов под напряжением или работающих в опасных условиях,
- контроль температуры подвижных элементов и объектов в движении,
- отслеживание температуры в реальном времени,
- контроль высокотемпературных производственных процессов,
- контроль материалов с низкой проводимостью тепла и малой теплоемкостью.[20]

Преимущества выбора инфракрасных датчиков при измерении температуры

Инфракрасные датчики температуры обладают большим количеством преимуществ, позволяющих проводить измерения более эффективно, чем любым другим видом измерителей. Среди всех можно выделить основные преимущества использования:

- широкий диапазон измерения с возможностью определения очень высоких температур до +3000°C,
- возможность измерения температуры на расстоянии от объекта контроля,
- работа с любыми видами материалов,
- высокая точность измерения независимо от внешних факторов и чистоты объекта,

- неограниченные возможности применения в промышленных условиях, включая опасные производства,
- сохранение чистоты датчика благодаря отсутствию контакта,
- простота использования.[20]

Недостатки выбора инфракрасного датчика температуры

Ограничением в применении инфракрасных датчиков является невозможность измерения температуры в случае, если размер контролируемого объекта меньше пятна контроля. При необходимости определения температуры подобных объектов следует приближать датчик для уменьшения пятна контроля, либо использовать контактные способы измерения.

Также важно уделить большое внимание настройке работы прибора, так как для измерения температуры различных материалов необходимо вносить различные поправочные коэффициенты. Это связано с тем, что различные объекты в зависимости от используемых материалов излучают тепловую энергию в различном спектральном диапазоне. Для большей эффективности лучше подбирать различные варианты инфракрасных датчиков для решения конкретных задач.[20]

Принцип работы датчика для инфракрасного измерения температуры

Инфракрасный датчик измеряет температуру контролируемого объекта по уровню тепловой излучаемой объектом энергии. Интенсивность тепловыделения зависит от степени нагрева: при небольших температурах излучение происходит в инфракрасном диапазоне, переходя в видимый спектр при повышении температуры. Тепловая энергия, измеряемая датчиком, преобразуется в выходной электрический сигнал, передающий результат измерения.

Инфракрасный датчик температуры способен определять температурный уровень в диапазоне от -45°C до $+3000^{\circ}\text{C}$. Для повышения эффективности измерения необходимо тщательно подбирать модель для

работы в различных условиях с разными видами материалов. Выбор зависит от характеристик датчика и излучательной способности контролируемого объекта.

Определение температуры инфракрасным датчиком может проводиться на больших расстояниях с сохранением точности работы.[20]

Методика МРТ

Бесконтактный режим контроля внутренней температуры возможен с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) (магниторезонансная (ЯМР) термометрия). Это направление развивается примерно в течение двадцати лет, но настоящие успехи в этом направлении лишь начинаются. Зависимость от температуры имеют: время спин-решеточной релаксации, время спин-спиновой релаксации, протонная плотность (намагниченность), коэффициент диффузии и химический сдвиг. Например, по закону Кюри магнитная восприимчивость вещества обратно пропорциональна температуре, а характерное время энергического обмена спинов с решеткой линейно растет с ростом температуры. В последние годы разработаны варианты применения наличия этих зависимостей в МРТ-термометрии. Достоинства и недостатки различных подходов определения температуры еще исследуются. Например, при регистрации изменения коэффициента самодиффузии в зависимости от температуры достигнута термочувствительность 0,2 К при объеме воксела $1,030 \text{ см}^3$, а по изменению фазы МРТ сигнала.[21]

Воксел – минимальный объемный элемент трехмерного компьютерного изображения, термин компьютерной графики. Точность регистрации изменения температуры составила 1,0 К при объеме воксела $0,05 \text{ см}^3$ и временном разрешении менее 10 секунд.

МРТ-термометрия для медицинского применения является сложной технической задачей. В клинической практике измеряемые температуры лежат в диапазоне от 30 до 45 °С. В отличие от различий в плотности тканей изменения температуры человеческого тела недостаточны для того, чтобы

оказать значимое влияние на время спин-решеточной релаксации. В упомянутом диапазоне процесс ЯМР находится в режиме энергетического насыщения, и ЯМР сигнал требует многократного усиления. Для клинической практики же требуется регистрация температурных изменений, лежащих в пределах лишь нескольких процентов абсолютной величины при разрешении до десятых долей градуса. На практике использование рассматриваемого метода осложняется колебаниями температуры в пределах нескольких градусов, обусловленных конвекцией, перфузией в кровеносных сосудах, изменением уровня насыщения крови кислородом и т. д. [21]

Метод ЯМР-термометрии отличается от методов СВЧ радиотермометрии и акустотермометрии наилучшим пространственным разрешением. Он же имеет существенный недостаток - высокую стоимость аппаратуры и ее обслуживания. Измерения температуры с использованием ЯМР-технологий в будущем, по-видимому, позволят получать температурное распределение во всем теле человека, однако есть определенные группы пациентов, для которых использование МРТ запрещено. Также МРТ требует специально подготовленных помещений больших размеров.[21]

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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 (потенциала) 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. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

3.1. Предпроектный анализ

В настоящее время ценность любого научного исследования определяется не столько новизной и глобальностью открытия, заложенного в работу, сколько практической направленностью данной разработки, а именно, возможность широкого использования в предполагаемом сегменте рынка. Критерием по оценке данной практической в первую очередь является коммерческая ценность. Оценка данного критерия позволит предположить перспективу исследования, с возможностью финансирования и поддержки со стороны заинтересованных лиц, в том числе организаций и государства.

Не стоит забывать, что привлекательность работы для коммерческих предприятий растет не только с наличием принципиально инновационных методик по разработке объекта, но и тем насколько данная методика применима и окупаема. Поэтому перед разработчиком стоит цель проводить исследования направленные на изучение возможных затрат на реализацию и оценку прибыли, полученной во время эксплуатации данной разработки и т.д.

Достижение данной цели обеспечивается решением задач:

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результатом исследования является создание новой методики измерения температуры при *in-vivo* термометрии сеансов локальной гипертермии. В РФ и за рубежом существует два метода измерения температуры: инвазивный, с применением 2-4 датчиков и МРТ-метод.

Целевым рынком данного исследования будут являться научные и медицинские учреждения.

Сегментировать рынок услуг по использованию методики измерения температуры можно по сфере применения методов. Результаты сегментирования представлены на рисунке 3.1.

		Разработка способа проведения термометрических измерений сеансов локальной гипертермии		
		Медицинские учреждения	Научная отрасль	Образовательная отрасль
Потребность	Сильная			
	Слабая			

Рисунок 3.1 – Карта сегментирования рынка методов измерений относительно сферы применения

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. Определены следующие технические критерии оценки:

- Время наработки данных – технические характеристики вычислительных технологий.
- Помехоустойчивость – способность устройства выполнять свои функции при наличии помех.
- Мобильность – возможность передвижения установок для работы в различных местах.
- Потребность в ресурсах памяти – технические характеристики вычислительных технологий.

- Наличие отходов – чистота производства.
- Простота в эксплуатации – удобство в использовании.
- Наличие дорогостоящего оборудования – возможность использования современного оборудования.
- Помимо технических критериев оценки ресурсоэффективности определены также и экономические критерии оценки:
 - Конкурентоспособность продукта – соотношение достоинств и недостатков различных способов обеспечения, с помощью полученных материалов и объектов, точной диагностики в лучевой терапии.
 - Стоимость реализации проекта – оценка финансовых затрат на реализацию проекта.
 - Трудоемкость – количество времени, затрачиваемого на производство единицы продукции.
 - Финансирование научной разработки – поддержка государством или инвесторами.

В таблице 3.1 приведена оценочная карта сравнения конкурентных технических решений.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i = 4,18 \quad (3.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Полученные данные в таблице 3.1 позволяют говорить о том, что исследование является эффективным, так как обеспечивает приемлемое качество результатов. Дальнейшее инвестирование данной разработки можно считать целесообразными.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Время наработки данных	0,04	3	4	1	0,12	0,16	0,04
2. Помехоустойчивость	0,2	3	4	3	0,6	0,8	0,6
3. Мобильность	0,01	5	3	5	0,05	0,03	0,05
4. Потребность в ресурсах памяти	0,05	5	3	2	0,25	0,15	0,1
5. Наличие отходов	0,01	5	3	5	0,05	0,03	0,05
6. Простота в эксплуатации	0,13	5	3	1	0,65	0,39	0,13
7. Наличие дорогостоящего оборудования	0,2	4	5	5	0,8	0,6	
Экономические критерии оценки эффективности							
8. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
9. Цена	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,08	4	5	5	0,32	0,4	0,4
11. Трудоемкость	0,06	4	5	1	0,24	0,3	0,06
Итого	1				4,18	3,89	3,39

3.1.3 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 3.2.

Таблица 3.2 – Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта	Сильные стороны проекта				
	C1	C2	C3	C4	C5
B1	+	+	+	+	+
B2	+	+	+	+	+
B3	+	+	+	+	+
B4	+	+	+	+	+

В матрице пересечения сильных сторон и возможностей имеет определенный результат: «плюс» – сильное соответствие сильной стороны и возможности, «минус» – слабое соотношение.

В результате была составлена итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 3.2.

Таблица 3.3 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Простота в использовании.</p> <p>С2. Данная разработка проста в реализации, а также ее низкая стоимость.</p> <p>С3. Не требуется специальной подготовки.</p> <p>С4. Нет необходимости специальной подготовки персонала.</p> <p>С5. Простота обработки данных.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Требуется дополнительный человек для записи результатов.</p> <p>Сл2. Относительно невысокий процент пациентов подходит для данного метода исследования.</p> <p>Сл3. Не все пациенты могут согласиться на участие в исследовании.</p> <p>Сл4. Длительная обработка результатов.</p> <p>Сл5. Точечное измерение температуры.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Возможность соединения измерительной системы с ПЭВМ.</p> <p>В2. Возможность использования данного метода для других локализаций.</p> <p>В3. Оборудование и материалы легкодоступны.</p> <p>В4. Возможность использования данного способа защиты датчиков в других измерениях.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»:</p> <p>1. Простота обработки данных может повыситься при соединении измерительной системы с ПЭВМ.</p> <p>2. Так как нет необходимости специальной подготовки персонала, данный метод возможен в других измерениях, т.е. не только при гипертермии.</p> <p>3. Использование данной методики возможно в любом учреждении и за короткие сроки.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»:</p> <p>1. Возможность соединения измерительно системы с ПЭВМ способна избавить от необходимости в дополнительном человеке, а также значительно снижает скорость обработки результатов.</p> <p>2. Так как число пациентов, подходящих для данного исследования в ходе диссертации невелико, рекомендуется использовать данный метод и для других локализаций.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Поломка оборудования.</p> <p>У2. Отсутствие подходящих пациентов.</p> <p>У3. Выпадение датчиков во время сеанса локальной гипертермии.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»:</p> <p>1. Так как разработка проста в реализации, при поломке оборудования, пациент может продолжить курс гипертермии в другом учреждении, что также позволяет продолжить термометрические измерения. конкурировать с другими организациями.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»:</p> <p>1. Высокая зависимость возможности применения данной технологии от пациентов и оборудования.</p> <p>2. Длительная обработка результатов позволяет первоначально сделать только предварительные выводы.</p>

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 разработки.

3.2 Планирование управления научно-техническим проектом

3.2.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работы – это детализация укрупненной структуры работы. На рисунке 3.2 представлена иерархическая структура работы для данного исследования.



Рисунок 3.2 - Иерархическая структура работы

3.2.2 Контрольные события проекта

Данный раздел освещает основные события проекта, их результат и даты. Информация сведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 –

№	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Разработка технического задания	7.02.2019- 10.02.2019	Приказ о ВКР
2	Составление и утверждение технического задания	10.02.2019- 15.02.2019	Задание на выполнение исследования
3	Проведение литературного обзора по теме исследования	15.02.2019- 20.02.2019	Список литературы
4	Знакомство с принципом работы оборудования	20.02.2019- 23.02.2019	Список литературы
5	Календарное планирование работ	23.02.2019	План работ
6	Разработка методики проведения in-vivo термометрии сеансов локальной гипертермии	23.02.2019- 06.04.2019	Методика
7	Проведение сеансов гипертермии	12.04.2019- 15.04.2019	
8	Анализ полученных данных	15.04.2019- 20.04.2019	Отчёт
9	Обобщение и оценка результатов	5.05.2019	Отчёт
10	Составление пояснительной записки	14.02.2019- 05.05.2019	Пояснительная записка
11	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	05.05.2019	
12	Подготовка к защите	05.05.2019- 30.05.2019	

3.2.3 План проекта

После составления контрольных событий проекта формулируется план проекта – порядок этапов и работ, выполняемых рабочей группой, состоящей из научного руководителя и бакалавра. С планом проекта можно ознакомиться в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Порядок составления этапов и работ

№ работы	Название	Длительность, кал.дни	Дата	Состав участников
1	Разработка технического задания	3	7.02.2019-10.02.2019	руководитель
2	Составление и утверждение технического задания	5	10.02.2019-15.02.2019	руководитель студент
3	Проведение литературного обзора по теме исследования	5	15.02.2019-20.02.2019	студент
4	Знакомство с принципом работы оборудования	3	20.02.2019-23.02.2019	руководитель студент
5	Календарное планирование работ	1	23.02.2019	студент
6	Разработка методики проведения in-vivo термометрии сеансов локальной гипертермии	42	23.02.2019-06.04.2019	руководитель студент
7	Проведение сеансов гипертермии	3	12.04.2019-15.04.2019	руководитель студент
8	Анализ полученных данных	5	15.04.2019-20.04.2019	студент
9	Обобщение и оценка результатов	15	20.04.2019-05.05.2019	студент
10	Составление пояснительной записки	80	14.02.2019-05.05.2019	студент
11	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	1	05.05.2019	студент
12	Подготовка к защите	25	05.05.2019-30.05.2019	студент

В ходе научного исследования был построен ленточный график в форме диаграмм Гантта, таблица 3.6. Диаграмма Гантта – горизонтальный ленточный график, на котором плановые работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 3.6 – Календарный график проведения ВКР

Содержание работ		Тк, кал дни	Время выполнения работ														
			февраль			март			апрель			май			июнь		
1	Разработка технического задания	3	■														
2	Составление и утверждение технического задания	5	■	■													
3	Проведение литературного обзора по теме исследования	5		■													
4	Знакомство с принципом работы оборудования	3			■												
5	Календарное планирование работ	1			■												
6	Разработка методики проведения in-vivo термометрии сеансов локальной гипертермии	42				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Проведение сеансов гипертермии	3								■	■	■					
8	Анализ полученных данных	5								■	■	■	■	■			
9	Обобщение и оценка результатов	5															
10	Составление пояснительной записки	80				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	1															■
12	Подготовка к защите	25															■
Руководитель - ■									Бакалавр - ■								

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования должно быть обеспечено полное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе расчета бюджета научно-технического исследования используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материалы
2. Затраты на оплату труда работников
3. Отчисления во внебюджетные фонды
4. Спецоборудование для научных и экспериментальных работ
5. Прочие прямые расходы
6. Накладные расходы

Статьи 1-7 относятся к прямым затратам, величину прямых затрат, как правило, следует определять прямым счетом, это затраты, связанные непосредственно с выполнением конкретного научно-технического исследования, остальные затраты рассчитываются косвенным способом, это затраты на содержание общетехнических служб.

3.3.1 Расчет материальных затрат

Все работы для ВКР проводились на гипертермической системе CelsiusTCS и на домашнем компьютере. В качестве материальных затрат будут представлены затраты на электричество, интернет, а также на АГАР-АГАР, который покупался для изготовления фантома.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
1. Электроэнергия (гипертермическая система)	кВт·ч	600	5,8	3480
2. Электроэнергия	кВт·ч	200	2,19	438
4. Доступ в интернет	–	4 месяца	450	1800
4. Покупка агар-агара	шт	30	20	600
Итого				6388

Основными затратами в данной исследовательской работе являются затраты на электроэнергию и приобретение агар-агара. Основными устройствами, потребляющими электроэнергию, являлись: персональный компьютер ASUS. Для оформления пояснительной записки и выполнения расчетов в течение 440 часов использовался компьютер ASUS, мощность которого составляет 140 Вт. Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблице 3.3.1.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = C_{эл} * P * F_{об} = 4,30 * 0,14 * 440 = 264,9 \text{ руб.} \quad (3.2)$$

где $C_{эл}$ - тариф на электроэнергию (4,30 руб. за 1 кВт*ч); P- мощность оборудования, кВт; $F_{об}$ - время использования оборудования, ч.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки заносятся в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Расходы на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Цена, руб.
Стол	шт	1	6000	6000
Стул	шт	1	1600	1600
ПК	шт	1	45000	45000
Итого			67500	52600

3.3.2 Расчет амортизации оборудования для экспериментальных работ

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

Все работы для ВКР проводились на гипертермической системе Celsius TCS и на домашнем компьютере.

Таким образом, рассчитаем затраты на электроэнергию по формуле для устройства «CelsiusTCS»:

$$C = C_{\text{эл}} * P * F_{\text{об}} = 4,30 * 0,22 * 20 = 18,92 \text{ руб.}, \quad (3.4)$$

где $C_{\text{эл}}$ - тариф на электроэнергию (4,30 руб. за 1 кВт*ч); P - мощность оборудования, кВт; $F_{\text{об}}$ - время использования оборудования, ч.

Рассчитываем затраты на приобретения оборудования, используемого в проведении работы. Специальное оборудование, используемое для работы, входит в виде амортизационных отчислений за период использования. Исходя из данных, представленных выше, были рассчитаны амортизационные отчисления и норма амортизации для данных средств. Годовая норма амортизации для устройства «CelsiusTCS» составляет 10 %.

Рассчитаем амортизационные отчисления для устройства «CelsiusTCS»:

$$A = \frac{H_A * C * T_0}{365 * 100\%} = \frac{10 * 5000000 * 90}{3650 * 100\%} = 12328,76 \text{ руб.},$$

где A – амортизационные отчисления, руб.; C - стоимость оборудования, руб.; H_A - годовая норма амортизации, %; T_0 – время использования оборудования, ч.

Рассчитываем затраты на приобретения оборудования, используемого в проведении работы. Специальное оборудование, используемое для работы, входит в виде амортизационных отчислений за период использования. Цена компьютера ASUS составляет 45 тысяч рублей, срок службы 3 года. Исходя

из этого, были рассчитаны амортизационные отчисления и норма амортизации для данных средств.

Расчет амортизационных отчислений ведется по формуле:

$$A = \frac{H_A * C * T_0}{365 * 100\%}, \quad (3.3)$$

где A – амортизационные отчисления, руб.; C - стоимость оборудования, руб.; H_A - годовая норма амортизации, %; T_0 – время использования оборудования, ч.

Годовая норма амортизации для персонального компьютера ASUS составляет 10 %.

Рассчитаем амортизационные отчисления за период использования но ASUS:

$$A = \frac{H_A * C * T_0}{1095 * 100\%} = \frac{10 * 45000 * 90}{1095 * 100\%} = 370 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления по единицам оборудования приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Амортизационные отчисления по единицам используемого оборудования.

Наименование оборудования	Количество	С, руб.	H_A , %	T_0 , дни	A , руб.
Персональный компьютер	1	45000	10	20	1109,59
CelsiusTCS	1	5000000	10	90	12328,76
Итого, руб.:					13438,35

3.3.3 Затраты на оплату труда исполнителей научно-технического исследования

Статья включает основную заработную плату работников (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (3.4)$$

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 выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (3.5)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата в рублях; $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата в рублях.

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{раб}} * Z_{\text{дн}}, \quad (3.6)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; $T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником в рабочих днях; $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника в рублях.

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{T_{\text{г}}}, \quad (3.7)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

а) при отпуске в 56 раб.дн. $M = 10,1$ месяца, 5-дневная неделя;

б) при отпуске в 48 раб.дн. месяца, 6-дневная неделя. $M = 10,4$

$T_{\text{г}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (выходные, праздники):	118	118
-выходные;	100	100
-праздничные.	18	18
Отпуск	45	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	232

Инженер во время написания диплома ежемесячно получает стипендию в размере 2400 руб. Основная заработная плата научного руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием;
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.;
- доплата за работу во вредных условиях труда;
- оперативная премия.

Для расчёта месячного должностного оклада работника применяется формула:

$$Z_m = Z_{ок} * k_z, \quad (3.7)$$

где $Z_{ок}$ – заработная плата по окладу, руб.; k_z – зонный коэффициент, равный 1,2.

Руководителем данной научно-исследовательской работы является сотрудник в должности старший научный сотрудник лаборатории № 40 технической томографии и интроскопии Инженерная школа неразрушающего контроля Томского политехнического университета окладом 26100 руб. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ок}$, руб.	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб}$, дн	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26100	31320	1451	8	11608
Инженер	2400	2880	129	63	8127
Итого $Z_{осн}$:					19735

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением⁴ гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \quad (3.8)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы; $Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Примем коэффициент дополнительной заработной платы для научного руководителя равным 15 %. Результаты расчёта основной и дополнительной заработной платы исполнителей научного исследования представлены в таблице 4.12.

Таблица 3.13 – Заработная плата исполнителей исследовательской работы

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	11608	8127
Дополнительная зарплата, руб.	1741	1219
Зарплата исполнителя, руб.	13349	9346
Итого по статье $C_{зп}$, руб.	22695	

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (3.9)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 г. водится пониженная ставка 28% (п. 6 ч. 1 ст. 58 Закона 212-ФЗ).

$$k_{внеб} = k_{пф} + k_{с} + k_{пн}, \quad (3.10)$$

где $k_{пф}$ – коэффициент отчисления в пенсионный фонд; $k_{с}$ – коэффициент отчисления страховых взносов; $k_{пн}$ – коэффициент отчисления в подоходный налог.

$$k_{внеб} = 0,28$$

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

$$З_{внеб} = 0,28 * 13349 = 3337,25$$

Отчисления во внебюджетные фонды от затраты на оплату труда инженера вычисляются следующим образом:

$$З_{внеб} = 0,28 * 9346 = 2616,9$$

3.3.5 Накладные расходы

В данную статью входят расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных служб. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание зданий, оргтехники и хоз. инвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Накладные расходы в ТПУ составляют 50-80 % от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = K_{накл} * (З_{осн} + З_{доп}), \quad (3.11)$$

где $K_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, равный 60 %.

Накладные расходы составят:

$$C_{\text{накл}} = 1,6 * 22695 = 36312 \text{ руб.}$$

3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 3.14 – Расчет бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты исследования	6388
2. Амортизационные отчисления	13438,35
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19735
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2960
5. Отчисления во внебюджетные фонды	5954,13
6. Накладные расходы	36312
Бюджет затрат исследования	84787,48

3.5 Определение ресурсной эффективности исследования

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (3.12)$$

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^b – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности данного исследования представлен в форме таблицы 4.14.

Таблица 3.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности пользователя	0,1	5	4	2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	2
4. Энергосбережение	0,20	5	4	3
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,3	4	3,15

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_i}{\Phi_{max}}, \quad (3.13)$$

где Φ_i – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НТИ (в т.ч. аналоги).

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{84787,48}{90000} = 0,94;$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{101000}{84787,48} = 1,2;$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{max}} = \frac{90000}{84787,48} = 1,06.$$

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

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\Phi}^p}, \quad (3.14)$$

$$I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\Phi}^a}, \quad (3.15)$$

$$I_{финр}^p = \frac{4,3}{0,94} = 4,57;$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{4}{1,2} = 3,33;$$

$$I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{3,15}{1,06} = 2,97.$$

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

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_m^p}. \quad (3.16)$$

Таблица 3.16– Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки и аналогов	4	3,15	4,3
Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки и аналога	3,33	2,97	4,57
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,83	0,94	1,06

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.

4 Социальная ответственность

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

Охрана труда – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технологических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда (Федеральный закон «Об основах охраны труда» от 17.07.1999 г. № 181-ФЗ). [29]

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 [29], называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводят к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

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

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием опасных и вредных факторов, которые классифицируются по

группам элементов: физические, химические, биологические, психофизиологические. Опасные и вредные факторы, сформированные производственным процессом, приведены в таблице 4.1

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

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обработка результатов измерений на ПК	Электромагнитное излучение, шум, вибрация	-	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»
	-	Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
		Пожарная безопасность	Пожаро- и взрывобезопасность промышленных объектов. ГОСТ Р12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность

При проведении исследования и обработке результатов измерений на ПК на студента воздействуют следующие факторы:

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

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы, делятся на: физические перегрузки (статические, динамические) и

нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

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

4.2.1 Организационные мероприятия

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

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

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

4.2.2 Организация рабочего места оператора ПК

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 на рисунке 4.1

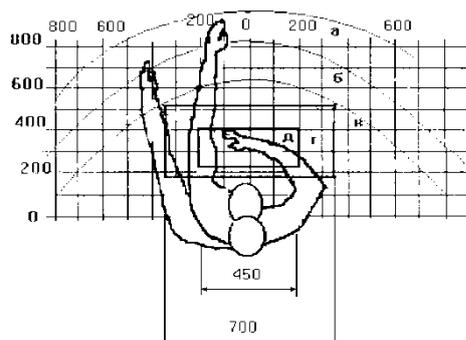


Рисунок 4.1 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости рук; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук: *дисплей* размещается в зоне а (в центре); *клавиатура* – в зоне г/д; *системный блок* размещается в зоне б (слева); *принтер* находится в зоне а (справа); *документация*: в зоне легкой досягаемости ладони – в (слева) – литература и документация, необходимая при работе; в выдвижных ящиках стола – литература, не используемая постоянно.

При выборе рабочего места, а именно письменного стола должны быть учтены следующие требования:

- высота рабочей поверхности не должна превышать 680 – 800 мм;
- высота рабочей поверхности для клавиатуры не должна быть больше 650 мм.
- ширина рабочего стола не должна быть менее 700 мм, а его длина не менее 1400 мм соответственно;
- под столом должно быть пространство для ног, в длину не менее 600 мм, в ширину – не менее 500 мм, глубина пространства на уровне колен должна быть не менее 450 мм, а на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно иметь возможность регулировки по высоте и углам наклона сиденья и спинки. Рекомендуемая высота сиденья от уровня пола не должна превышать 450 – 550 мм. Благодаря специальной

конструкции рабочего кресла оно должно обеспечивать глубину и ширину поверхности сиденья 400 мм, с возможностью заглабления переднего края.

Компьютерный монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии от 500 до 600 мм. Выбор монитора следует производить с учетом возможности регулировки яркости и контрастности изображения на экране. Также должна предусматриваться возможность регулировки экрана монитора:

- по высоте +3 см;
- наклон относительно вертикали 10 – 20 градусов;
- в левом и правом направлениях.

Для комфортной работы за клавиатурой ее следует располагать на расстоянии от 100 до 300 мм от края рабочей поверхности. Положение клавиатуры должно быть обеспечено таким образом, чтобы она располагалась на уровне локтя оператора и имела угол наклона к горизонтальной поверхности в 15 градусов. Для обеспечения максимально комфорта во время работы конструкция клавиш должна иметь четырехугольную форму с закругленными углами, а поверхности иметь вогнутую форму. Также конструкция клавиш должна обеспечивать оператору ощущение щелчка при нажатии, для этого лучше всего подходят механические клавиатуры. Цвет клавиш должен совпадать с цветом рабочей панели.

В случае если работа оператора предполагает однообразную умственную работу, которая требует значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, то лучше всего выбирать неяркие, малоконтрастные цветовые оттенки (слабонасыщенные оттенки холодного голубого или зеленого цветов), которые не ослабляют внимание. Если работа требует большой умственной и физической напряженности, тогда следует использовать более теплые оттенки, которые способствуют повышению концентрации внимания.

4.2.3 Условия безопасной работы

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

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с [29] и приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

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

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

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40%, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20-25 °С,

зимой – 13-15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основным недостатком такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

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

Экран (ЖК-монитор) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видеокабеля. Приемлемые уровни электромагнитного поля на рабочем месте, а именно на расстоянии 50 см от экрана монитора не должны превышать значений, которые представлены в таблице 4.3.[30]

Таблица 4.3 – Допустимые уровни параметров электромагнитного поля

Наименование параметров		Величина допустимого уровня
Напряженность электромагнитного поля	Диапазон частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	Диапазон частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	Диапазон частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	Диапазон частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- 1) увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);
- 2) применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

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

4.3 Электробезопасность

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ и другими электрическими установками в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), 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:

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

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействие.

Термическое воздействие тока проявляется в ожогах, нагреве кровеносных сосудов и других органов, в результате чего в них возникают функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока характеризуется разложением крови и других органических жидкостей, что вызывает нарушения их физико-химического состава.

Механическое действие тока проявляется в повреждениях (разрыве, расслоении и др.) различных тканей организма в результате электродинамического эффекта.

Биологическое действие тока на живую ткань выражается в опасном возбуждении клеток и тканей организма, сопровождающемся произвольными судорожными сокращениями мышц. В результате такого возбуждения может возникнуть нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Причинами смерти от воздействия электрического тока могут быть остановка сердца или его фибрилляция. Фибрилляция (от лат. fibra - волокно). Хаотическое сокращение отдельных волокон сердечной мышцы, не способное поддерживать его эффективную работу и самостоятельно (без энергичных лечебных мер) не проходящее. Прекращение дыхания и электрический шок – своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся расстройством кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.д. Шоковое состояние может продолжаться от нескольких десятков минут до суток. При длительном шоковом состоянии может наступить смерть.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

– отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы.

- вывешивание плакатов, указывающих место работы
- заземление корпусов всех установок через нулевой провод.
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией
- недоступность токоведущих частей аппаратуры (заключение в корпуса электро-поражающих элементов, заключение в корпус токоведущих частей).

4.4 Пожарная и взрывная безопасность

Согласно[31] в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий.

Возможные причины загорания:

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

Мероприятия по пожарной профилактике 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:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов;
- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);
- правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения - предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

1. Сообщить руководству (дежурному).

2. Позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС (112).

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

Список используемых источников

1. Ferlay J., Soerjomataram I., Ervik M., Dikshit R., Eser S., Mathers Cetal. GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 11
2. [Электронный курс] Режим доступа: <http://www.medplus24.ru/magazine/treatment/572.html> Дата обращения: 25.03.2018
3. [Электронный курс] Режим доступа: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/42466/1/conference_tpu-2017-C63_p69.pdf Дата обращения: 25.03.2018
4. [Электронный курс] Режим доступа: http://onco.tnimc.ru/upload/zhurnal/soj_2015_3_5-12.pdf Дата обращения: 25.03.2018
5. WHO Global Cancer Facts & Figures // American Cancer Society. - 2011. - 60p.
6. Алиев М.Д. Современные подходы к лечению сарком мягких тканей // Практическая онкология. – 2004. – Т. 5, № 4. – С. 250–255.
7. Васильев С.Н., Важенин А.В., Котляров Е.В. и др. Хирургическое и комбинированное лечение сарком мягких тканей // Сибирский онкологич. журн. – 2001. – № 1. – С. 54–55.
8. [Электронный курс] Режим доступа: <https://autogear.ru/article/407/860/fibrosarkoma-myagkih-tkaney-vozmojnyie-prichinyi-rannaya-diagnostika-simptomyi-s-foto-stadii-lechenie-sovetyi-onkologov/> Дата обращения: 25.03.2018
9. Черенков В. Г. Клиническая онкология. — 3-е изд. — М.: Медицинская книга, 2010. — 434 с.
10. [Электронный курс] Режим доступа: https://www.e-reading.club/chapter.php/73644/5/Bashtan__Onkologiya._Metodicheskoe_posobie.html Дата обращения: 25.03.2018
11. [Электронный курс] Режим доступа: <https://www.ronc.ru/grown/treatment/diseases/sarkomu-myagkikh-tkaney/> Дата обращения: 25.03.2018
12. Александров Н.Н., Савченко Н.Е., Фрадкин С.З., Жаврид Э.А. Применение гипертермии и гипергликемии при лечении злокачественных опухолей. — М.: Медицина, 1980.13. Жаврид Э.А.,

Осинский С.П., Фрадкин С.З. Гипертермия и гипергликемия в онкологии.— Киев: Науковадумка, 1987.

14. Nadine N. Graedel, Jonathan R. Polimeni, Bastien Guerin, An anatomically realistic temperature phantom for radiofrequency heating measurements, NIH Public Access, 2015 August 18.

15. Oncological hyperthermia [Electronic resource] Access mode: https://ru.wikipedia.org/wiki/Oncological_hyperthermia Date of circulation: 27.03.2018

16. Device for hyperthermia [Electronic resource] Access mode: <http://www.findpatent.ru/patent/250/2509579.html> Date of circulation: 27.03.2018

17. Vasilchenko IL, Osintsev AM, Kolomiets SA Method of personalized contact hyperthermia of malignant tumors based on induction heating of the applicator by eddy currents of the sub-megahertz range in combination with contact radiation therapy // Medicine in Kuzbass. - 2015. - No. 1.

18. Светицкий П.В. Применение тепла в лечении рака.— Ростов н/Д: Изд-во Ростовск. ун-та, 1992.

19. Миков А.А., Свирин В.Н // Медицинская техника. 2009. - №4.-С.26

20. [Электронный курс] Режим доступа: <https://rusautomation.ru/infrakrasnie-datchiki-temperature>Дата обращения: 25.03.2018

21. Волков А.А., Никифоров В.Н., Пирогов Ю.А., Иванов А.В., Прохоров А.С. Регистрация температурного поля методом магнитно-резонансной томографии // Медицинская физика. 2011. № 1 (49). С.75-81.

22. [Электронный курс] Режим доступа: <http://www.spectrumllc.org/equipment/celsius.html#a1>Дата обращения: 25.03.2018

23. Device for hyperthermia [Electronic resource] Access mode: <http://www.findpatent.ru/patent/250/2509579.html> Date of circulation: 27.03.2018

24. Образцов С., Тройцкий Ю. Прецизионный конвертор импеданса AD5933,- Современная электроника № 9, 2009.

25. Adey, W.R. and Lawrence, A.F. eds. Non-linear Electrodynamics of Biological Systems. Plenum Press, New York, 1984.

26. Paulides M.M., Stauffer P.R., Neufeld E., Maccarini P.F., Kyriakou A., Canters R.A., Diederich C.J., Bakker J.F., Van Rhoon G.C. Simulation techniques in hyperthermia treatment planning // International Journal of Hyperthermia. 2013. Vol. 29(4). PP. 346-357.

27. Ruano M.G., Duarte H.S. Time-spatial ultrasound induced temperature evaluation on perfused phantoms // The International Conference on Health Informatics. – Springer International Publishing. 2014. PP. 88-91.

28. Jones E.L., Oleson J.R., Prosnitz L.R., Samulski T.V., Vujaskovic Z., Yu D., Sanders L.L., Dewhurst M.W. Randomized trial of hyperthermia and radiation for superficial tumors // Journal of Clinical Oncology. 2005. Vol. 23(13). PP. 3079-3085.

29. Федеральный закон «Об основах охраны труда» от 17.07.1999 г. № 181-ФЗ

30. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы».

31. ГОСТ Р12.1.004-85. Пожаро- и взрывобезопасность промышленных объектов. Пожарная безопасность. – М. Стандартинформ, 1985. – 10с.