

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Измерение энергии протонов в эксперименте «ДЕЙТРОН» на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3

УДК 539.172.3:539.128

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4В	Мельченко Степан Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер ИШФВП	Гауштейн В.В.	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШИП	Черепанова Н.В.	к.ф.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
Ядерные физика и технологии	Бычков П.Н.	к.т.н.		

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 23.04.2018 Бычков П.Н.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А4В	Мельченко Степан Владимирович

Тема работы:

Измерение энергии протонов в эксперименте «ДЕЙТРОН» на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№957/с от 16.02.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– Экспериментальные данные с эксперимента «ДЕЙТРОН» на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3, расчетная база на основе программного кода C++ с использованием программного обеспечения ROOT и PAW++.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– анализ экспериментальных данных с эксперимента «ДЕЙТРОН» на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3; – выявление и определение энергии протонов в верхнем и нижнем плечах установки;
Перечень графического материала	– Презентация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Черепанова Н.В.
Социальная ответственность	Гоголева Т.С.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:
Введение
Теоретическая часть
Расчетная часть
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.04.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер ИШФВП	Гаузштейн В.В.	к.ф.-м.н.		23.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4В	Мельченко Степан Владимирович		23.04.2018

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А4В	Мельченко Степан Владимирович

Школа	ИЯТШ	Отделение	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	– SWOT-анализ
<i>2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	– Календарный план-график реализации проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица SWOT 2. Диаграмма Ганта 3. График проведения и бюджет НТИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГСН ШИП	Н.В. Черепанова	доцент		23.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4В	Мельченко Степан Владимирович		23.04.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А4В	Мельченко Степан Владимирович

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ЯТЦ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, ионизирующее излучение); – опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
<i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные).
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ ИЯТШ	Т.С. Гоголева	к.ф.-м.н.		23.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4В	Мельченко Степан Владимирович		23.04.2018

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

Школа ядерных технологий
 Направление подготовки (специальность) 14.03.02 Ядерные физика и технологии
 Уровень образования высшее
 Отделение школы (НОЦ) ядерно-топливного цикла
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 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:	04.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.04.2018	<i>Выдача задания.</i>	
26.04.2018	<i>Выбор конструктивной схемы.</i>	
30.04.2018	<i>Определение плотности потока нейтронов и расчет нейтронно-физических параметров «холодного» и «горячего» реактора.</i>	
08.05.2018	<i>Расчет доли запаздывающих нейтронов и среднего времени жизни нейтронов одного поколения.</i>	
15.05.2018	<i>Определение длительности кампании ядерного топлива.</i>	
26.05.2018	<i>Оценка спектра плотности потока нейтронов на начало и конец кампании ядерного топлива.</i>	
04.06.2018	<i>Сдача работы.</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер ИШФВП	Гауштейн В.В.	к.ф.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
P1	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.
P2	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.
P3	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.
P4	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.
P5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P6	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	
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	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).
P9	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.
P10	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.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	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.
P13	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.
P14	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.
P15	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.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 63 с., 9 рис., 11 табл., 27 источников.

Ключевые слова: фоторождение пионов; пион; протон; время-пролетная методика; финансовый менеджмент; социальная ответственность.

Объектом исследования являются экспериментальные данные, полученные с эксперимента «ДЕЙТРОН» на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера.

Цель работы – измерение энергии протонов в данном эксперименте.

В ходе проделанной работы была реализована время-пролетная методика идентификации и измерения энергии протонов на установке ДЕЙТРОН ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-3 в ИЯФ СО РАН им. Будкера. Также была оценена финансовая составляющая работы и описаны внешние факторы, влияющие на работу.

Содержание

Введение.....	13
1. Кинематика реакции $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$	16
2. Постановка эксперимента	17
2.1 Общая схема	17
2.2 Координатные камеры.....	18
2.3 Сцинтилляционные детекторы.....	22
3. Анализ экспериментальных данных	24
3.1 Определение энергии протонов в верхнем плече.....	26
3.2 Определение энергии протонов в нижнем плече	28
Заключение	32
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 33	
4.1 SWOT-анализ.....	33
4.2 Планирование управления научно-техническим проектом	36
4.3 План проекта	36
4.4 Бюджет научного исследования.....	39
4.4.1 Расчёт материальных затрат	39
4.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	40
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	41
4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	43
4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	44
4.4.6 Накладные расходы	44
4.4.7 Формирование бюджета затрат исследовательского проекта	45
4. Социальная ответственность	47
5.1. Анализ опасных и вредных факторов.....	48

5.2. Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ	49
5.2.1. Организационные мероприятия	49
5.2.2. Технические мероприятия	50
5.2.3. Условие безопасной работы	52
5.3. Электробезопасность.....	54
5.4. Противопожарная безопасность.....	56
Список использованных источников	59

Введение

Процессы фотообразования π^- -мезонов на ядрах и нуклонах как реальными, так и виртуальными γ -квантами исследуются с 1950-х годов. Фотоны средних энергий свободно проникают в ядро и могут взаимодействовать как с нуклонами, так и со связанными парами нуклонов.

Дейтрон является самой простой ядерной системой и его использование в качестве мишени позволяет извлекать уникальную информацию об образовании пионов на нуклоне, находящемся вне массовой поверхности, о ΔN -взаимодействии в роли ненуклонных степеней свободы без привлечения менее надежных ядерных моделей, которые становятся неизбежными в случае более тяжелых ядер.

В настоящее время экспериментально исследуются как неполяризационные, так и поляризационные наблюдаемые величины. неполяризационные наблюдаемые представляют из себя поперечные сечения реакции (дифференциальные или полные), усредненные по спиральностям начальных частиц и просуммированные по спиральностям конечных частиц. Поляризационные наблюдаемые представляют из себя квадратичные формы различных комбинаций действительных и мнимых частей амплитуды реакции. неполяризационные наблюдаемые выражаются суммой квадратов амплитуд реакции. Поэтому, при исследовании в процессах фотообразования π^- -мезонов таких эффектов, как вклады обменных токов, возбуждение нуклонных резонансов, ΔN -взаимодействие, поляризационные наблюдаемые могут быть более предпочтительными.

Известно, что квантовая хромодинамика (КХД) не описывает адронные и фотомезонные процессы в области низких и средних энергий. В этой области хорошо работают феноменологические модели, в которых процессы сильного взаимодействия описываются в терминах эффективных степеней свободы (мезонные, нуклонные, изобарные и т.д.). Модели

основаны на формальном описании процессов сильного взаимодействия с помощью эффективных степеней свободы.

Первые экспериментальные исследования неполяризованных наблюдаемых в процессах фотообразования пионов были выполнены на синхротронах и линейных ускорителях. Основной объем полученной информации составили данные, полученные в реакциях $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$ и $\gamma d \rightarrow nn\pi^+$ [1,2]. Впервые экспериментальное измерение асимметрии дифференциального сечения фотообразования пионов было выполнено на линейно-поляризованном пучке фотонов [3]. В 1985 году на накопителе ВЭПП-2 в ИЯФ СО РАН были проведены первые исследования реакции упругого и неупругого рассеяния электронов на тензорно-поляризованных дейтронах. [4,5]. В этих экспериментах был применен метод внутренней сверхтонкой мишени [6].

Описание процесса фоторождения π^- -мезона на дейтроне требует 12 комплексных амплитуд. Наблюдаемые величины являются квадратичными формами, в которые входят комбинации из действительных и мнимых частей двенадцати комплексных амплитуд. Для получения полной информации о процессе необходимо измерить двадцать три различных независимых наблюдаемых. В число таких независимых наблюдаемых обязательно входят несколько величин, связанных с тензорной поляризацией дейтериевой мишени.

Различные теоретические модели дают полную информацию о матрице рассеяния, однако при расчете дифференциального сечения все эти теоретические модели дают близкие результаты, поскольку вклады малых элементов матрицы рассеяния пренебрежимо малы по сравнению с большими. Поэтому возникает необходимость измерять такие наблюдаемые, в которых заметен вклад от малых элементов матрицы рассеяния. Одними из таких наблюдаемых являются компоненты тензорной анализирующей способности.

Первые измерения T_{20} - и T_{22} -компонент тензорной анализирующей способности фотообразования π^- -мезонов на дейтроне были выполнены в ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера в 1992 г. На ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3. В том эксперименте удалось выделить около 1000 событий исследуемой реакции [7,8].

1. Кинематика реакции $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$

Рассмотрим кинематику процесса фоторождения π^- -мезонов на дейтроне:

$$\gamma d \rightarrow pp\pi^- . \quad (1.1)$$

Зададим 4-х импульс налетающего фотона $k\{\omega_\gamma, \mathbf{k}\}$ и дейтрона $d\{M_d, \mathbf{d}\}$, где ω_γ – энергия налетающего фотона, M_d – масса дейтрона. Регистрации 4-х импульсов двух конечных протонов в реакции (1.1) и использования законов сохранения энергии-импульса будет достаточно для полного описания кинематики процесса:

$$\omega_\gamma + M_d = E_{p_1} + E_{p_2} + \omega_q \quad (1.2)$$

$$\mathbf{k} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 + \mathbf{q} \quad (1.3)$$

где (E_p, \mathbf{p}_i) и (ω_q, \mathbf{q}) – 4-х импульсы протонов и π^- -мезона соответственно.

$$\omega_\gamma = \frac{\mathbf{P}^2 - A^2 + m_\pi^2}{2(P_z - A)}$$

$$q_x = -p_x$$

$$q_y = -p_y \quad (1.4)$$

$$q_z = \omega_\gamma - p_z,$$

где $\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$ – суммарный импульс протонов, P_x, P_y, P_z – его проекции, q_x, q_y, q_z – проекции импульса π^- -мезона, $A = E_1 + E_2 - M_d$.

2. Постановка эксперимента

2.1 Общая схема

Общая схема эксперимента приведена на рисунке 1. Детектирующая система проектировалась для регистрации фоторасщепления дейтрона [9,10], где нейтроны регистрируются верхним плечом, которое назвали «нейтронным», а протоны – нижним, «протонным». Протонные и нейтронные плечи расположены в одной вертикальной плоскости.

Дополнительным каналом измерения был канал регистрации фотообразования π^- -мезонов ($\gamma d \rightarrow pp\pi^-$). Два протона регистрировались на совпадении верхним и нижним плечами – см. рис. 1. Результаты измерения асимметрии выхода протонов по отношению к смене знака тензорной поляризации дейтрона и были использованы для расчета компонент тензорной анализирующей способности реакции $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$.

Для определения средней степени поляризации дейтронов в ячейке использовался канал реакции упругого ed -рассеяния при малом переданном импульсе. Для этого был установлен сцинтиляционный детектор, регистрирующий рассеянный электрон под углом $\approx 9^\circ$. Электрон регистрировался на совпадении с дейтроном отдачи, который детектировался в верхнем и нижнем плечах регистрации – см. рис. 1.

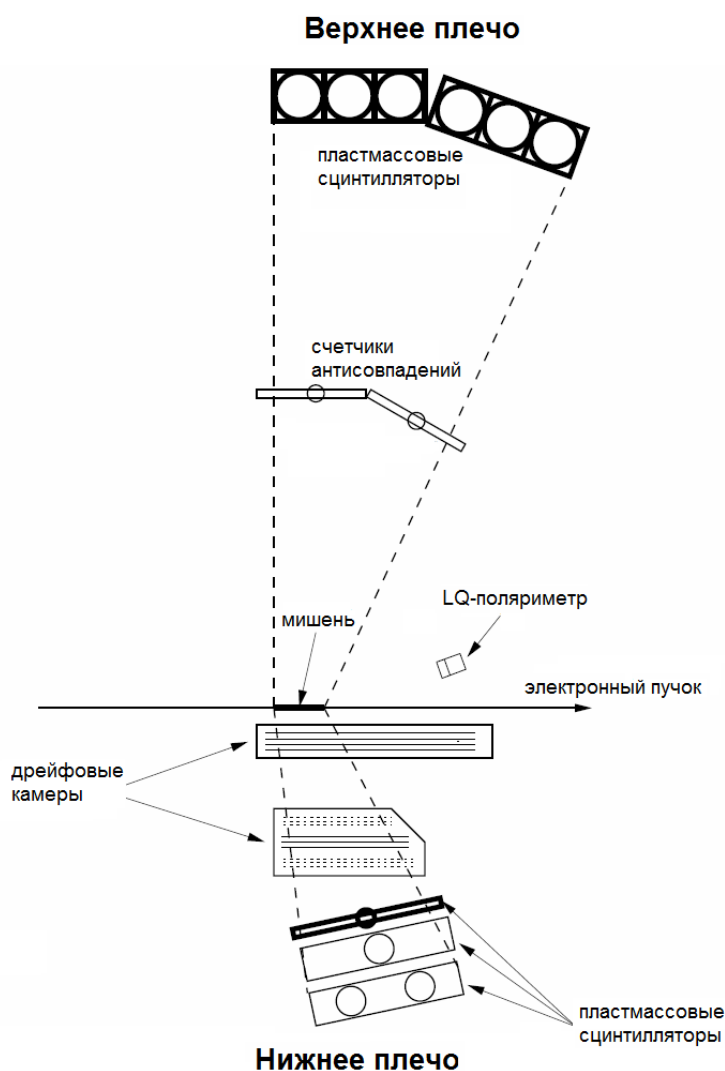


Рисунок 1 – Схема размещения детектирующей аппаратуры эксперимента.

2.2 Координатные камеры

Дрейфовые камеры предназначены для измерения углов вылета протонов в нижнем плече. Изначально система дрейфовых камер проектировалась для эксперимента по упругому рассеянию электрона на дейтроне [11]. Внутри камеры находится три секции, заполненные газом, смесью $\text{Ar}(90\%) + \text{CO}_2(10\%)$. Материал, из которого изготовлены секции – нержавеющая сталь. В секциях есть окна для пролета частиц, изготовлены из лавсана, толщиной 50 мкм.

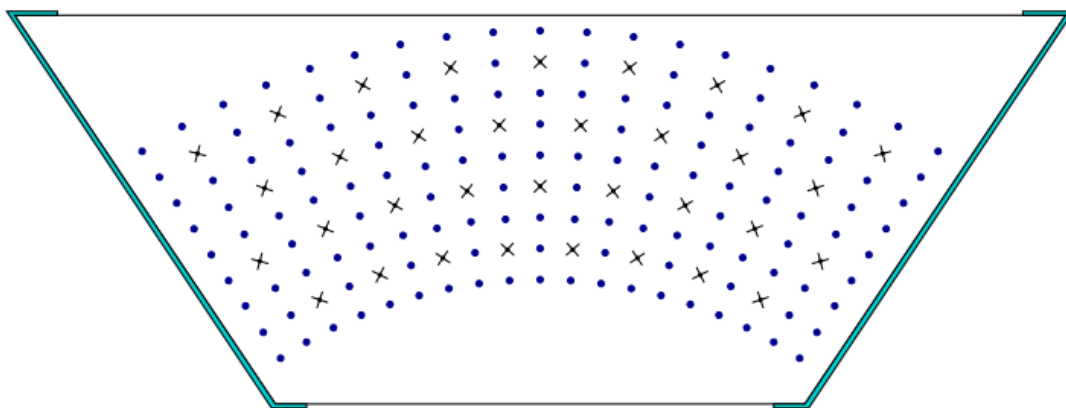
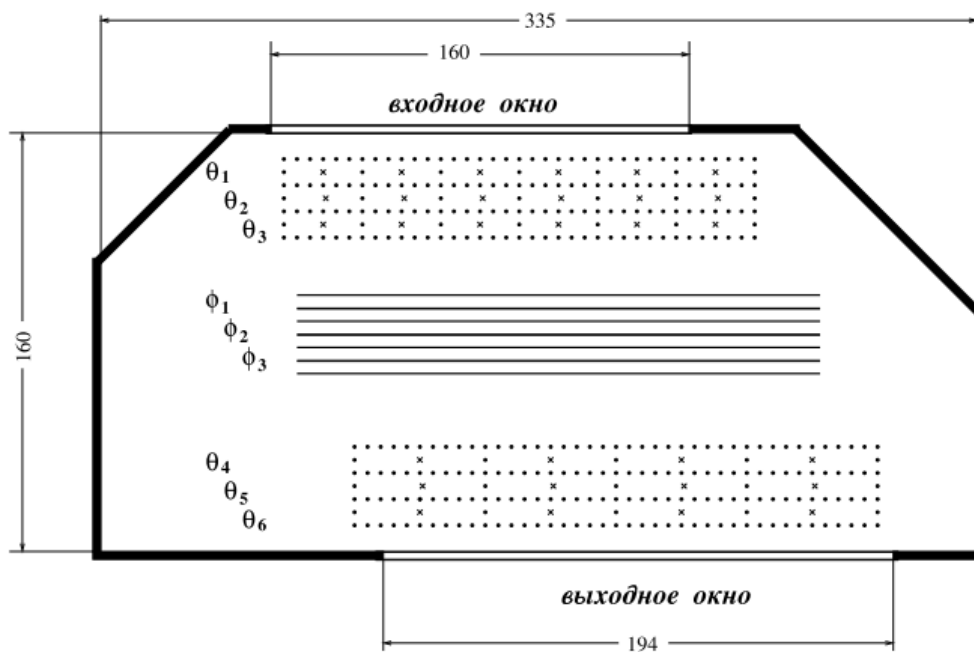


Рисунок 2 – Структура вершинной камеры. Крестиками показаны анодные проволочки, кружками – катодные.

Ближе всего к мишени находится вершинная камера [12]. В этой камере анодные и катодные проволочки расположены вдоль направления пучка электронов в ускорительной камере. Вершинная камера регистрирует вершину взаимодействия, перпендикулярную оси пучка электронов и угол φ_p . Внутри вершинной камеры расположены 4 слоя по 8 или 9 сигнальных проволочек. Каждый слой представляет из себя сектор окружности с центром в центре мишени (рис. 2). Сигнальные анодные проволочки расположены на радиусах 79, 89, 99 и 109 мм равномерно через $7,5^\circ$, толщина слоя 10 мм. Для решения право-левой неопределенности соседние слои сдвинуты друг относительно друга на $3,75^\circ$. На анодные подается напряжение $U_A = +1,8$ кВ., катодные проволочки заземлены.

Следующим слоем от мишени расположены дрейфовые камеры, регистрирующие полярные углы вылета протонов. На рисунке 4 приведена структура блоков дрейфовых камер. Блок ДК1 регистрирует протоны, вылетающие из мишени в диапазоне полярных углов $\theta_p = (15 - 30)^\circ$, блок ДК2 регистрирует протоны в диапазоне $\theta_p = (55 - 80)^\circ$.

ДК1



ДК2

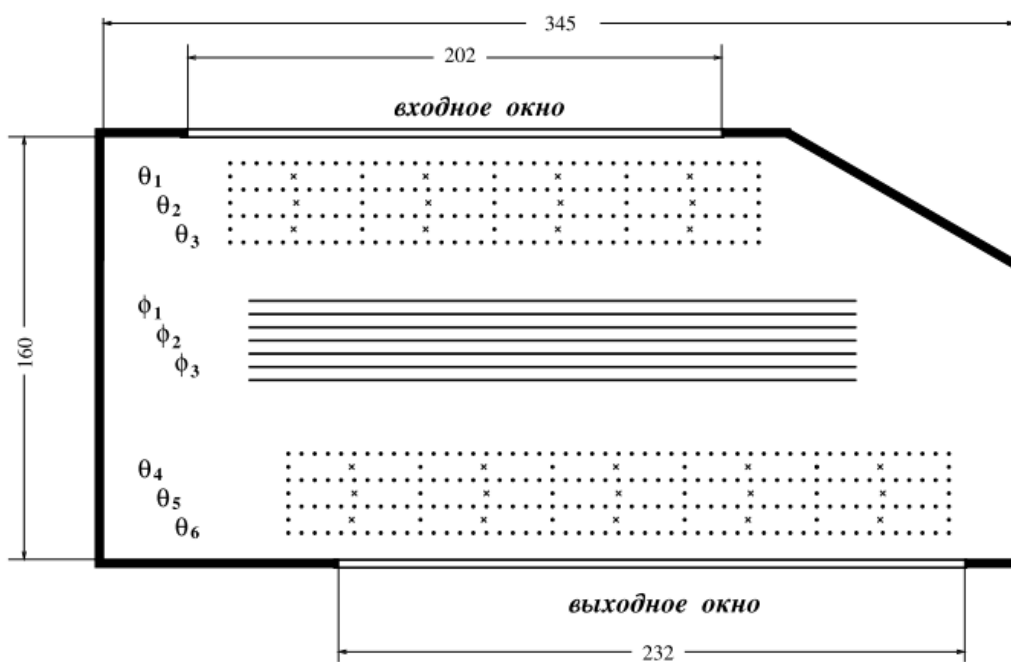
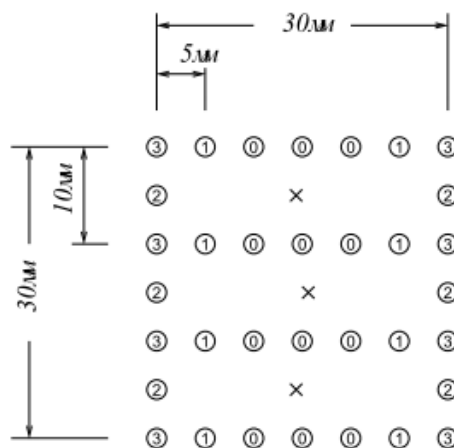
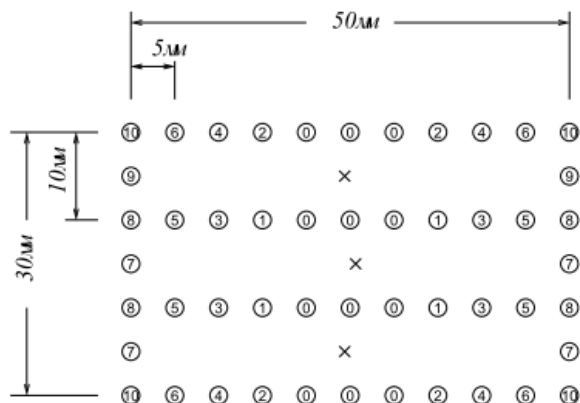


Рисунок 3 – Дрейфовые камеры.



Отвод делителя	0	1	2	3
Напряжение $-U$, кВ	0	0.51	1.26	1.70



Отвод делителя	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряжение $-U$, кВ	0	0.48	0.60	0.91	1.12	1.33	1.64	2.07	2.11	2.33	2.50

Рисунок 4 –Напряжения на полевых проволоках дрейфовой камеры.

Приведены схемы ячейки, где для каждой полевой проволоки указан номер отвода делителя катодного напряжения, и таблицы с величинами напряжения на отводах делителя. Вверху – для ячейки первого суперслоя объема ДК1, внизу – для ячейки остальных суперслоев объема ДК1 и всех суперслоев объема ДК2.

Внутри блоков ДК1 и ДК2 расположено по 9 плоских слоев, сгруппированных в 3 суперслоя по 3 слоя в каждом. Первый и третий суперслои измеряют координату вылета протона вдоль оси электронного пучка в ускорительной камере (угол θ_p), а второй суперслоем измеряет координату перпендикулярно пучку (угол ϕ_p). Толщина слоя в камере – 10 мм, сигнальные проволоки имеют толщину 20 мкм и расположены с шагом 50 мм. Исключением является первый суперслой в ДК1, где шаг сигнальных проволок 30 мм. Средний слой в каждом суперслое смещен на 1 мм по отношению к крайним слоям. Полевые проволоки имеют толщину 80 мкм и натянуты с шагом 5 мм. На сигнальные проволоки подается напряжение $U_A = +1,90$ кВ. На полевые проволоки напряжение подается с катодного делителя так, что чем дальше полевая проволока от анодной (сигнальной) проволоки, тем более высокое напряжение на нее подается. Таким образом достигается приблизительно однородное электрическое поле на всей длине дрейфовой ячейки. На вход делителя подается напряжение $U_K = -2,5$ кВ (для дрейфовой ячейки длиной 5 см), или $U_K = -1,7$ кВ (для дрейфовой ячейки длиной 3 см). На рис. 4 показаны напряжения на отдельных полевых проволоках.

В условиях эксперимента среднее пространственное разрешение измерения координат вылета частиц составило $\sigma_0 \approx 0,6$ мм в расчете на один слой, что соответствует измерению θ_p и ϕ_p с разрешением $\sigma \approx 0,5^\circ$.

2.3 Сцинтилляционные детекторы

Сцинтилляционные детекторы нижнего плеча предназначены для измерения энергии и идентификации заряженной частицы. Сцинтилляционные детекторы верхнего плеча предназначены для измерения энергии по времени пролета и углов вылета протонов и нейтронов, а также для идентификации типа частицы.

Нижнее плечо сцинтилляционного детектора состоит из трех пластмассовых сцинтилляторов. Первый, ближе всего расположенный к мишени, сцинтиллятор имеет размеры 23,5 см × 50 см и толщину 2 см. Второй сцинтиллятор имеет толщину 12 см и размеры 27,5 см × 50 см. Толщина третьего – 12 см, размеры – 35 см × 50 см (рис. 1). Энергетический диапазон регистрации протонов в нижнем плече разбивается на два интервала, определяемых сцинтиллятором, в котором остановился зарегистрированный протон. Если протон останавливается в первом сцинтилляторе, то его энергия (15 – 50) МэВ, если во втором – (50 – 145) МэВ, в третьем сцинтилляторе – (145 – 200) МэВ.

В верхнем плече на расстоянии около 1,5 метра от мишени установлены тонкие счетчики антисовпадений, толщиной 1 см. Функция этих счетчиков – идентификация заряженных частиц. Счетчик антисовпадений состоит из четырех сцинтилляторов, каждый из которых имеет размеры 82 см × 56 см, и четырех ФЭУ – по одному для каждого сцинтиллятора. На расстоянии примерно 3 метра от мишени расположены толстые сцинтилляционные счетчики. Толстый сцинтилляционный счетчик состоит из шести сцинтилляторов, установленных вплотную друг к другу в один слой. Размер каждого сцинтиллятора – 20 см × 20 см × 100 см. С торцов каждого сцинтиллятора расположен один ФЭУ-58DVP.

3. Анализ экспериментальных данных

Идентификация протонов в нижнем плече осуществлялась путём анализа амплитуды сигнала ФЭУ с первого сцинтиллятора и времени пролета протона до сцинтиллятора. Фоновыми частицами в этом плече являются дейтроны, электроны и заряженные π -мезоны. На рис. 5 показаны двумерные распределения по амплитуде сигналов с ФЭУ и времени пролета в первом сцинтилляторе. Как видно, протонные дорожки хорошо выделяются на общем фоне. События, не попадающие на протонную дорожку, связаны как с фоновыми процессами, так и с протонами, у которых произошли искажения энерговыведения по ионизационным потерям. Эти искажения связаны с ядерным взаимодействием протонов в сцинтилляторе. Вероятность ядерного взаимодействия протонов с сцинтиллятором составляет от 1% до 5% для энергий от 15 МэВ до 50 МэВ.

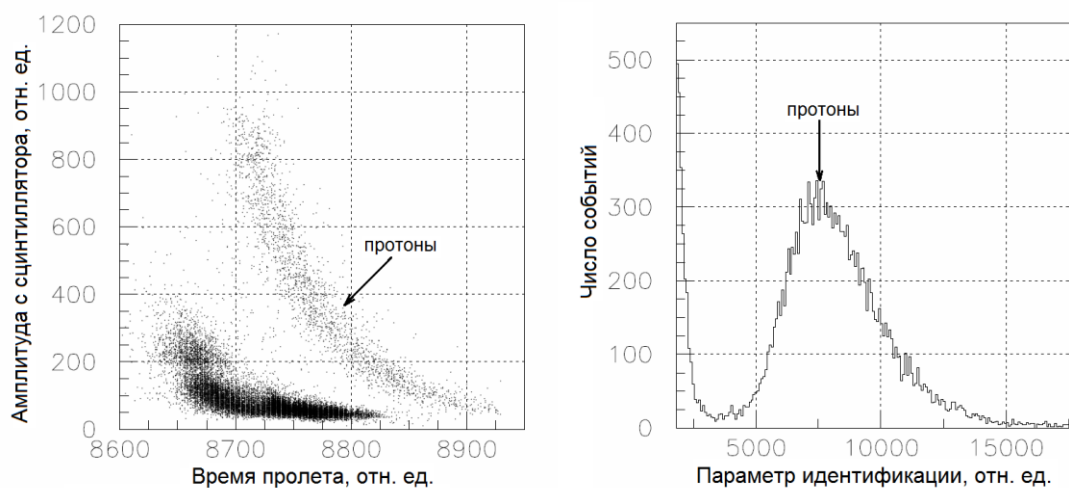


Рис.5. Двумерная гистограмма распределения событий по амплитудам сигналов и времени пролета для первого сцинтиллятора нижнего плеча (левая панель) и одномерная гистограмма распределения событий, используемая для идентификации частиц (правая панель).

На рис. 6 показаны двумерные распределения по амплитуде сигналов с ФЭУ и времени пролета для сцинтилляторов верхнего плеча. Идентификация протонов в верхнем плече осуществляется использованием время-пролетной методики при наличии сигнала (условие пролета заряженной частицы) в тонком сцинтилляционном счетчике. Здесь фоновыми частицами являются электроны и заряженные π -мезоны.

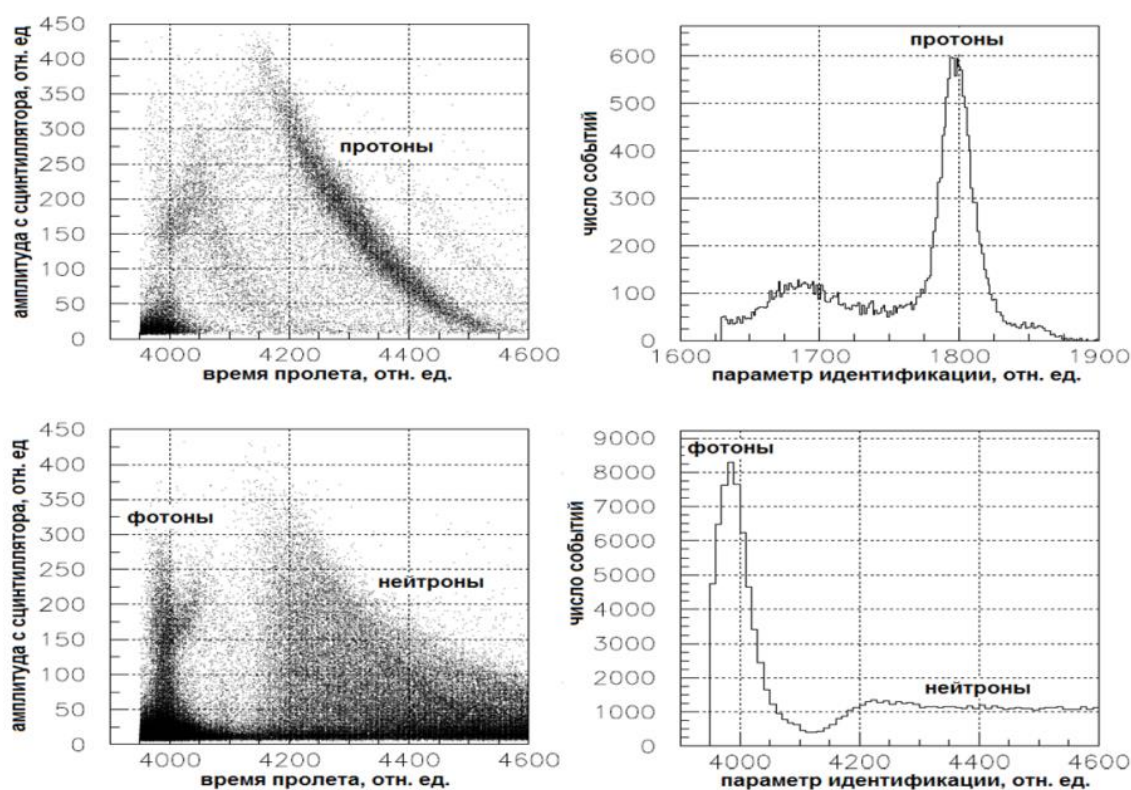


Рис.6. Распределения событий по времени пролета и амплитуде сигнала сцинтиллятора в верхнем плече: сверху — при наличии сигнала в тонком сцинтилляционном счетчике, снизу — при отсутствии сигнала

Кинетическая энергия протона, зарегистрированного в нижнем плече, определялась из анализа амплитуды сигнала с ФЭУ и времени пролета до сцинтиллятора. Амплитуда сигнала, получаемая с ФЭУ, пропорциональна величине потерянной энергии протона в сцинтилляторе. Для расчета ионизационных потерь энергии в сцинтилляторах была создана программа, которая вычисляла удельные потери энергии в каждом слое сцинтиллятора и время пролета в зависимости от энергии и углов вылета протона.

Вычисленные потери энергии в слое использовались для определения световых выходов в сцинтилляторе. Результаты расчета световых выходов и времени пролета до сцинтиллятора сопоставлялись с экспериментальными амплитудами сигналов с ФЭУ и временем пролета. Энергия протона определялась по амплитуде с первого сцинтиллятора, в котором протон останавливался. Для этого строилась зависимость $E = f(\Delta L)$, которая аппроксимировалась полиномом. Погрешность измерения энергии протонов в нижнем плече не превышает 16%.

Углы вылета протона в верхнем плече определялись по измеренной координате попадания в сцинтиллятор. Азимутальный угол определялся из разницы времени прохождения света до торцов сцинтиллятора. Для калибровки выделялись события, соответствующие фоторасщеплению дейтрона $\gamma d \rightarrow pn$, где протон регистрировался нижним плечом, а нейтрон – верхним. Угол между зарегистрированным протоном и нейтроном составляет 180° , поэтому можно определить зависимость между азимутальным углом вылета и разностью времени распространения света до торцов сцинтиллятора. Полярный угол принимается равным среднему полярному углу под которым расположен сцинтиллятор с поправкой на азимутальный угол.

3.1 Определение энергии протонов в верхнем плече

Энергия протона в верхнем плече определяется по времени пролета от мишени до сцинтиллятора [13,14]. Сцинтилляторы были расположены на максимально возможном расстоянии от мишени, в зале ВЭПП-3 в районе проведения эксперимента – это $L \approx 3$ м. Таким образом обеспечивалась максимально возможная точность определения энергии по времени пролета. Для калибровки временной шкалы в нейтронном плече выделяются γ -кванты от распада π^0 -мезона из реакции $\gamma d \rightarrow d\pi^0$. Пик γ -квантов

соответствует времени пролета γ -кванта от мишени до сцинтиллятора ≈ 10 нс.

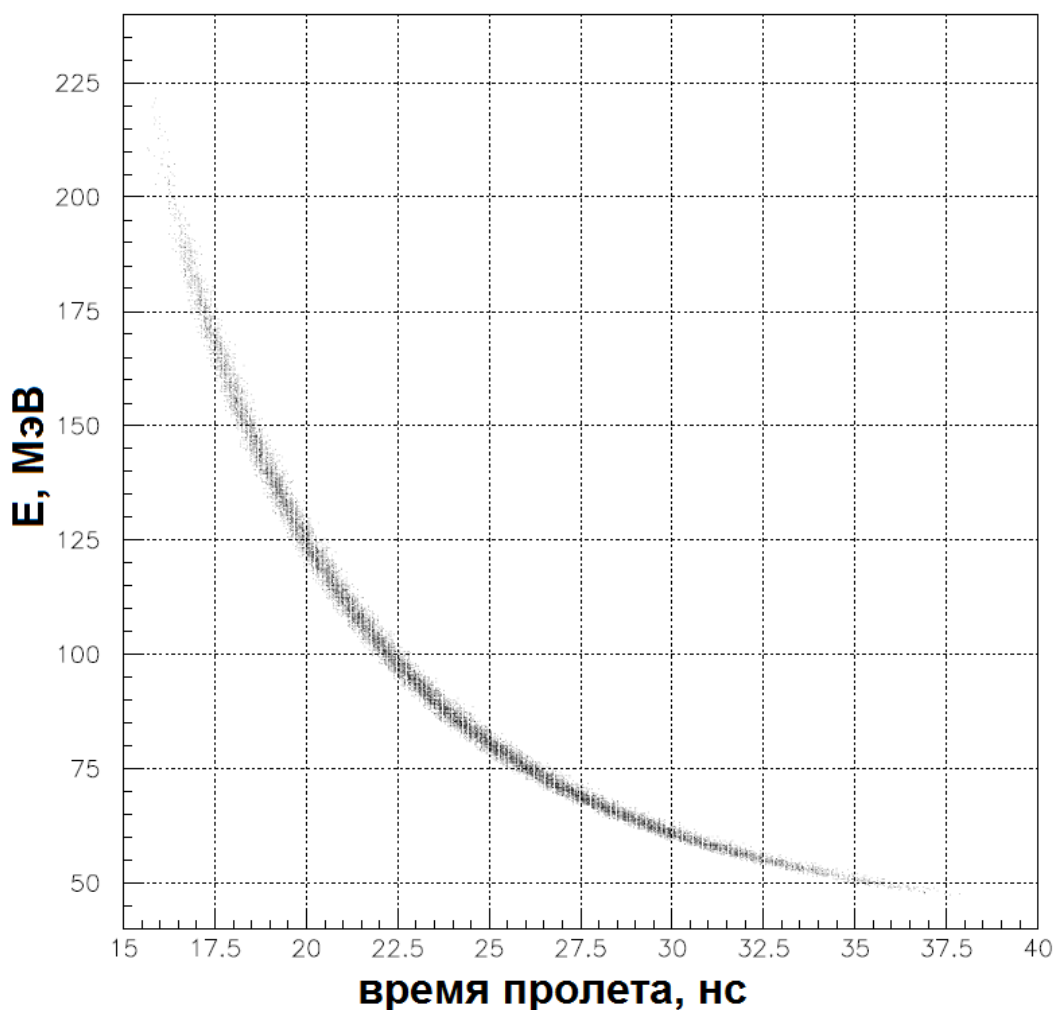


Рисунок 7 – Зависимость между временем пролета и энергией протонов.

Из времени пролета t определяется кинетическая энергия протона:

$$E_p = M_p \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right) \cdot k(E_p), \quad (3.1)$$

Где $\beta = L/(c \cdot t)$, $k(E_p)$ – коэффициент, учитывающий увеличение времени пролета протонов от мишени до сцинтиллятора за счет ионизационных потерь. Точность определения энергии определяется точностью определения времени пролета и составляет (5 – 12)%.

3.2 Определение энергии протонов в нижнем плече

Кинетическая энергия протона, зарегистрированного в нижнем плече, определялась из анализа амплитуд сигналов с ФЭУ первого сцинтиллятора. Амплитуда сигнала, получаемая с ФЭУ, пропорциональна величине потерянной энергии протона в сцинтилляторе.

Для описания зависимости удельных ионизационных потерь от энергии при прохождении протонов через вещество используется формула Бете-Блоха:

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi e^4 N_z^2 Z}{m_e A \beta^2} \left(\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 E_{\max}}{I^2 (1 - \beta^2)} - \beta^2 - \frac{\delta}{2} - \frac{1}{Z} \sum_i C_i \right), \quad (3.2)$$

где $N = 6,022 \cdot 10^{23}$ – число Авогадро, A – атомный вес вещества, E_{\max} – максимально-возможная переданная энергия электрону, $\sum_i C_i$ – оболочечная поправка, I – ионизационный потенциал, δ – поправка на эффект плотности. Максимально-возможная кинетическая энергия, которая может быть передана электрону при столкновении определяется выражением:

$$E_{\max} = \frac{2m_e \beta^2 \gamma^2}{1 + 2\gamma m_e / M + (m_e / M)^2}. \quad (3.3)$$

Поправкой на эффект плотности можно пренебречь, поскольку становится значимой только для ультрарелятивистской частицы. Для оболочечной поправки $\sum_i C_i$ есть полуэмпирическая формула [15]:

$$\begin{aligned} \sum_i C_i(\tau, I) = & (0,42237 \cdot \tau^{-2} + 0,304 \cdot \tau^{-4} - 0,00038 \cdot \tau^{-6}) \cdot I^2 + \\ & + (3,858 \cdot \tau^{-2} + 0,1668 \cdot \tau^{-4} + 0,00158 \cdot \tau^{-6}) \cdot I^3, \end{aligned} \quad (3.4)$$

где $\tau = \beta \cdot \gamma$. Данная формула применима при $\tau_c^2 > 0,15$, при $\tau < \tau_c$ полагаем

$$\sum_i C_i(\tau, I) = \sum_i C_i(\tau_c, I).$$

Пробег протона R с начальной энергией E_0 в сцинтилляторе можно вычислить, проинтегрировав (3.2) по энергии:

$$R = \int_0^{E_0} \frac{1}{dE/dx} d\varepsilon. \quad (3.5)$$

В пластмассовых сцинтилляторах световой выход нелинейно зависит от ионизационных потерь. Формула для описания этой зависимости была предложена Бирксом [16] в параметрическом виде:

$$\frac{dL}{dx} = S \frac{dE}{dx} \left[1 + kB \left(\frac{dE}{dx} \right) \right]^{-1}, \quad (3.6)$$

где dL/dx – световой выход на единицу длины пути, B – константа, относящаяся к плотности ионизации, S – абсолютная эффективность сцинтиллятора, kB – подгоночный коэффициент, использующийся для подгонки экспериментальных данных для различных сцинтилляторов. В работе [17] показано, что выражение (3.6) описывает световой выход для величин dE/dx меньших чем $100 \text{ МэВ}/(\text{г}/\text{см}^2)$. Для более высоких dE/dx Чу [18] было предложено уточнение к формуле Биркса:

$$\frac{dL}{dx} = S \frac{dE}{dx} \left[1 + kB \left(\frac{dE}{dx} \right) + C \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (3.7)$$

где C – подгоночный параметр. Выражение (3.7) может быть записано в форме:

$$\frac{dL}{dE} = S \left[1 + kB \left(\frac{dE}{dx} \right) + C \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (3.8)$$

где dL – количество испущенного света заряженной частицей с энергией E , которая теряет энергию dE проходя расстояние dx . Проинтегрировав по энергии (3.8), получим полное количество света, испущенное в сцинтилляторе при полной потере энергии:

$$L(E) = S \int_0^E d\varepsilon \left[1 + kB \left(\frac{dE}{dx} \right) + C \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 \right]^{-1}. \quad (3.9)$$

Выражение (3.9) было использовано в настоящей работе для расчета световых выходов в зависимости от энергии протонов. Подгоночные коэффициенты kB и C брались из [19]. Для расчета ионизационных потерь энергии в сцинтилляторах была создана программа, которая вычисляла удельные потери энергии в каждом слое сцинтиллятора в зависимости от энергии и углов вылета протона. Потери энергии ΔE_i в i -ом слое детектора толщиной l_i определялись из уравнения:

$$R_i - l_i = \int_{\varepsilon_0}^{E_i - \Delta E_i} \frac{1}{dE/dx} d\varepsilon, \quad (3.10)$$

где R_i – полный пробег протона в веществе i -ого слоя с начальной энергией E_i , ε_0 – минимальное значение энергии при которой еще справедливо выражение (3.2). В разработанной программе ε_0 принято равным 50 кэВ. Результаты расчетов сравнивались с данными Data Particle Group [20,21] для различных материалов. Погрешность расчета не превышает 1%. Вычисленные потери энергии в слое использовались для определения световых выходов в сцинтилляторе:

$$\Delta L_i = \int_{E_i - \Delta E_i}^{E_i} \frac{dL}{dE} d\varepsilon, \quad (3.11)$$

где dL/dE вычислялась по формуле (3.8)

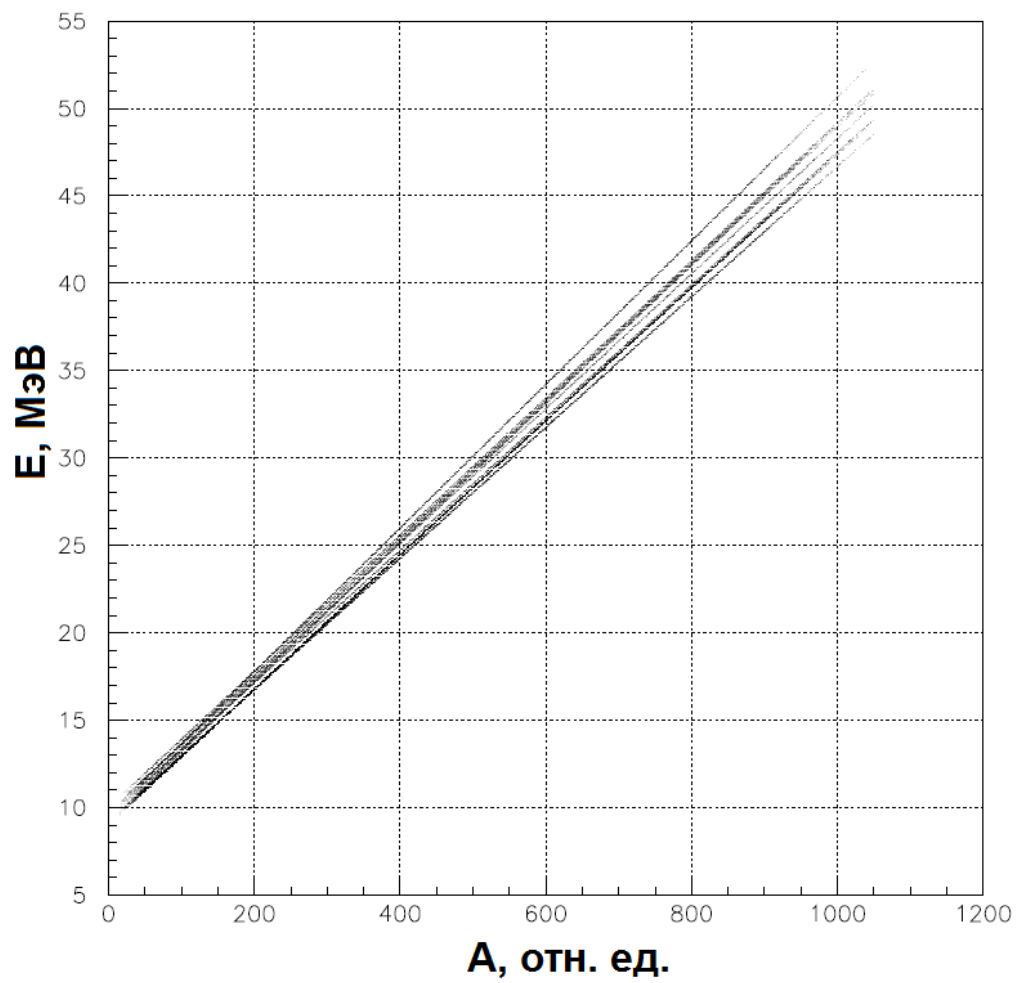


Рисунок 8 – Зависимость между амплитудой сигнала со сцинтиллятора и энергией протонов

Заключение

В ходе проделанной работы была реализована время-пролетная методика идентификации и измерения энергии протонов на установке ДЕЙТРОН ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-3 в ИЯФ СО РАН им. Будкера.

В дальнейшем результаты восстановления кинематики событий реакции фоторождения отрицательно-заряженных пионов на дейтроне планируется использовать для получения T20, T21 и T22 компонент тензорной анализирующей способности исследуемой реакции в области энергий зарегистрированных протонов (15 – 50) МэВ.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих предъявляемым требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- планирование научно-исследовательских работ;

4.1 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 [27].

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

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

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем [27].

В таблице 7 представлена интерактивная матрица проекта, в которой показано соотношение сильных сторон с возможностями, что позволяет более подробно рассмотреть перспективы разработки.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта	Сильные стороны проекта		
	С1	С2	С3
В1	+	+	+
В2	+	+	+
В3	+		+

В матрице пересечение 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 1.

Таблица 1 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Определение энергии протонов разных энергий с помощью сцинтилляторных детекторов.</p> <p>С2. Определение возникновения событий с рождением мезонов.</p> <p>С3. Возможность изменения энергии электронов, бомбардирующих мишень.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Погрешности в задаваемых параметрах.</p> <p>Сл2. Сложность расчета для первой камеры детектора.</p> <p>Сл3. Погрешности при измерении и расчете.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Применение данной методики расчета в схожих экспериментах.</p> <p>В2. Актуальность темы для публикаций.</p> <p>В3. Дополнительный спрос на результаты расчетов со стороны зарубежных коллег.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»:</p> <p>1. Научная новизна, и, как следствие, публикации в цитируемых научных журналах.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»:</p> <p>1. Возникновение ошибок из-за длительных расчетов; данный фактор при внимательной работе можно устранить.</p> <p>2. Требование наличия обширных знаний в тематике обработки экспериментальных данных, что способствует развитию научного сотрудника.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Возможность подорожания компонентов ускорителя.</p> <p>У2. Отсутствие коммерческого интереса к проекту.</p> <p>У3. Зарубежные конкуренты со схожей тематикой исследования.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»:</p> <p>1. Возможность подорожания компонентов, а так же возможное ухудшение финансового благосостояния страны могут затормозить развитие данной отрасли, несмотря на большой научный потенциал.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»:</p> <p>1. Сложность расчета данным методом может стать причиной заинтересоваться методами зарубежных конкурентов, однако используемый метод перспективен.</p>

Таким образом, выполнив SWOT-анализ можно сделать вывод, что на данный момент преимущества разработанной методики измерений преобладают над её недостатками. Все имеющиеся несовершенства можно легко устранить, воспользовавшись перечисленными выше возможностями.

4.2 Планирование управления научно-техническим проектом

Ключевые события исследовательского проекта, их даты и результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Контрольные события проекта

№	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Разработка технического задания на НИР	1.02.2018	Приказ по ФТИ
2	Составление и утверждение технического задания	3.02.2018	Задание на выполнение исследования
3	Выбор направления исследований	5.02.2018	
4	Подбор и изучение материалов по теме	10.02.2018	Отчёт
5	Календарное планирование работ	12.02.2018	План работ
6	Изучение эксплуатационных параметров РБМК-1000	13.02.2018	Отчёт
7	Выполнение расчётов и анализ полученных данных	28.03.2018	Отчёт
8	Обобщение и оценка результатов	30.03.2018	Отчёт
9	Составление пояснительной записки	14.02.2018- 25.04.2018	Пояснительная записка
10	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	26.04.2018	
11	Подготовка к защите	27.04.2018- 25.05.2018	

4.3 План проекта

В рамках планирования исследовательского проекта построен календарный план-график с помощью диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

В данном случае работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ. График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу [27].

Линейный график представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Календарный план проекта



Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Разработка технического задания	3	1.02.2018	3.02.2018	Руководитель
2	Составление и утверждение технического задания	2	3.02.2018	5.02.2018	Руководитель
3	Выбор направления исследований	10	5.02.2018	10.02.2018	Руководитель, студент
4	Подбор и изучение материалов по теме	30	10.02.2018	12.02.2018	Студент
5	Календарное планирование работ	2	12.02.2018	13.02.2018	Руководитель, студент
6	Выполнение расчётов и анализ полученных данных	45	28.03.2018	30.03.2018	Студент
7	Обобщение и оценка результатов	3	30.03.2018	30.03.2018	Руководитель, студент
8	Составление пояснительной записки	82	14.02.2018	25.04.2018	Студент
9	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	3	26.04.2018	27.04.2018	Руководитель, студент

10	Подготовка к защите	29	27.04.2018	25.05.2018	Студент
----	---------------------	----	------------	------------	---------

В таблице 4 представлен календарный план-график проведения научного исследования.

Таблица 4 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка технического задания	Руководитель	3	1													
2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	1													
3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент	10	1	2	3											
4	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	30	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
5	Календарное планирование работ	Руководитель, студент	2	1													
6	Выполнение расчётов и анализ полученных данных	Студент	45				1	2	3	1	2	3					
7	Обобщение и оценка результатов	Руководитель, студент	3										1	2	3		
8	Составление пояснительной записки	Студент	82				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
9	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	Руководитель, студент	3										1	2	3		
10	Подготовка к защите	Студент	29										1	2	3		

 – Руководитель,  – Студент

4.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.4.1 Расчёт материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов.

Основными затратами в данной исследовательской работе являются затраты на электроэнергию и приобретение канцелярских товаров. Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблице 5.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}} = 2,05 \cdot 0,065 \cdot 1000 = 133,25,$$

где $C_{\text{эл}}$ – тариф на промышленную электроэнергию (2,05 руб. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования, кВт;

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

Затраты на электроэнергию составили 133,25 рубля.

Таблица 5 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Электричество	–	65 кВт·ч	2,05	133,25

4.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

В данной исследовательской работе к спецоборудованию, необходимому для проведения экспериментальных работ, относится ПЭВМ.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{аморт}} = C_{\text{об}} / T, \quad (3)$$

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

T – срок службы (дней).

$$C_{\text{аморт}} = (57800 / 1100) = 52,55 \text{ руб/дн.}$$

Оборудование использовалось в течение 87 дней, таким образом, затраты на оборудование:

$$C_{\text{аморт(общ)}} = 52,55 \cdot 87 = 4571,85 \text{ руб.}$$

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = (Z_{м} \cdot M) / F_{д},$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 6).

Таблица 6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
выходные дни;	52	104
праздничные дни	14	14

Потери рабочего времени: отпуск; невыходы по болезни	48 –	24 –
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Студент во время прохождения преддипломной практики получает стипендию, равную 2375 руб/месяц. Среднедневная стипендия (оплата) составляет:

$$Z_{\text{дн}} = (2375 \cdot 11,2) / 223 = 119,3 \text{ руб/день.}$$

Основной заработок студента за время преддипломной практики составляет:

$$Z_{\text{осн}} = 119,3 \cdot 45 = 5368,5 \text{ руб.}$$

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

- оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор.
- иные выплаты: районный коэффициент.

Руководителем данной научно-исследовательской работы является сотрудник с должностью инженер. Оклад инженера составляет 15675,95 рубля.

Районный коэффициент по Томску равен 1,3.

Основная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{осн}} = 15675,95 \cdot 1,3 = 20378,74 \text{ руб/месяц.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = (20378,74 \cdot 10,4) / 251 = 844,38 \text{ руб/день.}$$

4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

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

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

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

Результаты расчёта основной и дополнительной заработной платы исполнителей научного исследования представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Заработная плата исполнителей исследовательской работы

Заработная плата, руб.	Руководитель	Студент
Основная зарплата	23513,9	5368,5
Дополнительная зарплата	3527,1	536,9
Зарплата исполнителя	27041,0	5905,4
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	32946,4	

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Размер отчислений во внебюджетные фонды составляет 30,2 % от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением исследовательской работы.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды составляет:

$$C_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot (23513,9 + 3527,1) = 8166,38 \text{ руб.}$$

4.4.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

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

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

Накладные расходы в ТПУ составляют 25-35 % от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении темы.

Примем $k_{\text{накл}} = 25 \%$.

Накладные расходы составляют:

$$C_{\text{накл}} = 0,25 \cdot (23513,9 + 3527,1) = 6760,25 \text{ руб.}$$

4.4.7 Формирование бюджета затрат исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы 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.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчёт бюджета затрат исследовательского проекта

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты исследования	133,25
2. Затраты на спецоборудование	4571,85
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	25747,24
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4064,00
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8166,38
5. Накладные расходы	6760,25
Бюджет затрат исследования	49442,97

Вывод

В экономическом планировании и оценке ресурсоэффективности научно-исследовательской работы проведен SWOT-анализ и вычислен бюджет научного исследования.

Бюджет работ составляет 49442,97 рублей, что является малой суммой для научного исследования. Данный проект эффективен, так как позволяет проводить расчеты различных экспериментов на модели, которая не нуждается в материальных ресурсах, кроме электроэнергии для инструментов моделирования. Кроме того, расчет в модели занимает гораздо меньшее количество времени, чем сам эксперимент на физических моделях или реальных системах. В случае необходимости внесения поправок в

модель в случае изменения предполагаемых условий эксперимента и эксплуатации это сделать легче, чем в реальных системах, которые необходимо заново настраивать и калибровать. В дополнение ко всему, обслуживание и настройка реальных систем является оплачиваемой работой для персонала, имеющего соответствующую квалификацию.

4. Социальная ответственность

В связи с различными чрезвычайными ситуациями происходящими на предприятии, соответственно очень важным является обеспечение безопасности рабочих мест на предприятии, и предотвращение возможных опасных ситуации. Одно из основных направлений профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда. Одновременно должно осуществляться последовательное повышение качества и эффективности всех средств коллективной и индивидуальной защиты от вредных и опасных производственных факторов, увеличение объема их производства до полного удовлетворения потребностей народного хозяйства и рациональное их использование.

Охрана труда – это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека во время труда [23].

Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимуму вероятность поражения или заболевания 65 работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Опасным производственным фактором, согласно ГОСТ [24], называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

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

5.1. Анализ опасных и вредных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием опасных и вредных факторов [25], которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические, психофизиологические.

В выпускной квалификационной работе были разработаны методы для определения масс-зарядового состояния плазмы для времяпролётного масс- спектрометра и были проведены измерения на этом приборе. В таблице 10 приведены основные вредные и опасные факторы производственного процесса.

Таблица 10 – 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	
Расчет на ПК		Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
		Пожарная опасность	ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
	Воздействие радиации (ВЧ,УВЧ,СВЧ и т.д.)		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические

			требования к ПЭВМ и организация работы»
--	--	--	---

На инженера, работа которого связана с расчётом на компьютере, воздействуют следующие факторы:

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

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

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

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

5.2.1. Организационные мероприятия

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

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией после обучения на рабочем месте. Проверяемому, присваивается соответствующая квалификационная группа по технике безопасности с учётом его знаний и опыта работы и выдается

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

5.2.2. Технические мероприятия

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства. Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости изображены на рисунке 9.

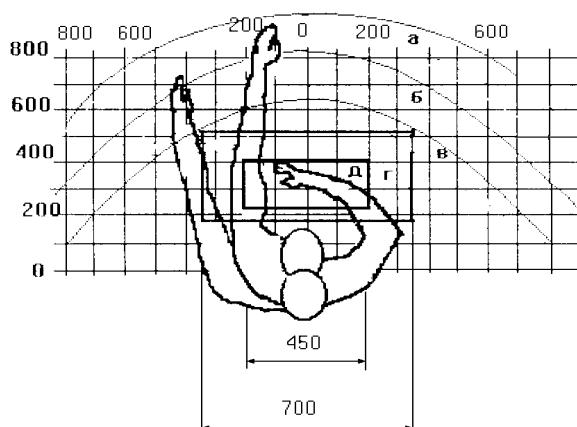


Рисунок 9 – Зоны досягаемости рук.

- 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 проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм; высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм.; рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм.; должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.; рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и 69 регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а так же расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420-550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с заглублённым передним краем; монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500-600 мм. Согласно нормам угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране.

Должна предусматриваться возможность регулирования экрана:

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

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

должен контрастировать с цветом панели. При однообразной умственной работе, требующей значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, рекомендуется выбирать неяркие, малоконтрастные цветочные оттенки, которые не рассеивают внимание (малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов). При работе, требующей интенсивной умственной или физической напряженности, рекомендуются оттенки тёплых тонов, которые возбуждают активность человека.

5.2.3. Условие безопасной работы

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

Микроклимат – комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека.

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 [25] и приведены в таблице 11.

Таблица 11– Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	22-24	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40-60	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 71 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 и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видео-кабеля.

Согласно [25] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

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

Плотность магнитного потока должна быть не более:

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

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

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

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

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

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

5.3. Электробезопасность

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

35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования.

Действие электрического тока на человека носит сложный и разнообразный характер. При замыкании электрической цепи через организм человека ток оказывает термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Термическое действие тока проявляется в виде ожогов как наружных участков тела, так и внутренних органов, в том числе кровеносных сосудов и нервных тканей. Электроожоги излечиваются значительно труднее и медленнее обычных термических, сопровождаются внезапно возникающими кровотечениями, омертвением отдельных участков тела.

Электролитическое действие тока вызывает электролиз крови и лимфатической жидкости, в результате чего нарушается их химический состав и ткани организма в целом.

Биологическое воздействие выражается в раздражении живых тканей организма. Электрический ток нарушает действие биотоков, управляющих внутренним движением ткани, вызывает непроизвольное, противоестественное судорожное сокращение мышц сердца и легких.

Механическое действие тока, на организм является причиной электрических травм. Характерными видами электротравм являются ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, разрывы тканей, вывихи суставов и переломы костей.

При измерениях и численном моделировании существует опасность электропоражения в следующих случаях:

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

- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;

- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

В качестве мероприятий по обеспечению безопасности работы с электрооборудованием могут быть использованы следующие защитные средства:

- 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 74 корпуса электропоражающих элементов, заключение в корпус токоведущих частей).

5.4. Противопожарная безопасность

Согласно нормам пожарной безопасности, 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 [26]. Так как помещение лаборатории по степени пожароопасности 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 [27]. 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);
- 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;

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

Список использованных источников

1. *Morris J.V., Darvill D.C., Davenport M. et al.* Forward electroproduction of single charged pions in the resonance region using a deuterium target // *Phys. Lett. B.* – 1978. – Vol. 73. – Pp. 495 – 499.
2. *Александров Ю.М., Ганенко В.Б., Грушин В.Ф.* Соотношение сечений фоторождения положительных пионов на дейтерии и водороде в районе первого резонанса // *Ядерная Физика.* – 1974. – Т. 20, №5 – С.915
3. *Ганенко В.Б., Горбенко В.Г., Жербовский Ю.В.* Соотношение асимметрий сечения фоторождения положительных пионов на дейтерии и водороде в районе первого резонанса // *Ядерная Физика.* – 1976. – Т. 23, № 1. – С. 107.
4. *Весновский Д.К., Войцеховский Б.Б., Дмитриев В.Ф.* Измерение асимметрии в упругом и неупругом рассеянии электронов на тензорно-поляризованной мишени при энергиях 180 и 400 МэВ: Препринт. – Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 1986.
5. *Mostovoy M.V., Nikolenko D.M., Ospanov K.T. et. al.* The measurement of the asymmetry of tensor-polarized deuteron electrodisintegration at 180 MeV electron energy // *Physics Letters B.* – 1987. – Vol. 188. – Pp. 181-185.
6. *Будкер Г.И. и др.* Эксперименты с мишенью в электронном накопителе // *Ядерная физика.* – 1967. – Т. 6. – С. 775.
7. *Логинов А.Ю., Осипов А.В., Сидоров А.А. и др.* Исследование реакции $D(e, pp)e'\pi^-$ на тензорно-поляризованной дейтериевой мишени при больших величинах импульсов протонов // *Письма в ЖЭТФ.* – 1998. – Т. 67, № 10. – С. 730–736.
8. *Осипов А.В.* Исследование образования π^- -мезонов на тензорно-поляризованных дейтронах: Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – URL:

<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004589000/rsl01004589788/rsl01004589788.pdf>

9. *Rachek I.A., Barkov L.M., Belostotsky S.L. et al.* Measurement of Tensor Analyzing Powers in Deuteron Photodisintegration // *Phys. Rev. Lett.* – 2007. – Vol. 98. – P. 182303.

10. *Рачек И.А.* Экспериментальное изучение фотодезинтеграции тензорно-поляризованного дейтрона: Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Новосибирск: ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера, 2008. – URL: <http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004236000/rsl01004236291/rsl01004236291.pdf>

11. *Nikolenko D.M., Arenhovel H., Barkov L.M. et al.* Measurement of the tensor analyzing powers T_{20} and T_{21} in elastic electron deuteron scattering // *Phys. Rev. Lett.* – 2003. – Vol. 90. – P. 072501.

12. *Фролов В.В.* Вершинная камера: Дипломная Работа. – Новосибирск: Новосибирский Государственный Университет, 1992.

13. *Гаузитейн В.В., Осипов А.В., Стибунов В.Н.* Анализ первичных данных в исследовании фотообразования пионов на поляризованных дейтронах // *Современные техника и технологии: Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных – Томск, 4–8 мая 2009.* – Томск: ТПУ. – 2009.

14. *Гаузитейн В.В., Лазаренко Б.А., Николенко Д.М. и др.* Анализ первичных данных в исследовании фотообразования пионов на тензорно поляризованных дейтронах // *Ядро-2009. Фундаментальные проблемы и прикладные аспекты ядерной физики: от космоса до нанотехнологий: Сборник тезисов докладов 59-й Международной конференции – Чебоксары, 15–19 июня 2009.* – Санкт-Петербург: СПбГУ. – 2009. – С.310.

15. Букин А.Д. UNIMOD-2 – Универсальная программа моделирования экспериментов на встречных e^+e^- - пучках: Препринт. – Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 1990.
16. Birks J.B. The theory and Particle of Scintillation Counting. – Macmillan, New York, 1964.
17. Badhwar G.D., Denev C.L., Dennis B.R. et al. The non-linear response of the plastic scintillator NE102 // *Nucl. Instr. and Meth.* – 1967. – Vol. 57. – P. 116.
18. Chou C.N. Saturation Effect of Plastic Scintillators // *Phys. Rev.* – 1952. – Vol. 87. – P. 904.
19. Craun L.R., Smith D.L. Analysis of response data for several organic scintillators // *Nucl. Instr. and Meth.* – 1970. – Vol. 80. – P. 239.
20. TRIUMF Kinematics Handbook, Ed. by L.G. Greemiaus. 2 edition. – TRIUMF, 1987.
21. Craun L.R., Smith D.L. Rewiew of Particle Physics // *Phys. Rev D.* – 2002. – Vol. 66.
22. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
23. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ Опасные и вредные факторы. Классификация. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 1997 г.
24. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ Опасные и вредные факторы. Классификация. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 1997 г.
25. ГОСТ 12.1.030-81, Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
26. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. 31 окт. 1995 г.

27. ГОСТ 12.4.009-83, Система стандартов безопасности труда.
Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и
обслуживание.