«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана инженерно-физического факультета

_____/Алиева М.Ф.

« 16 » марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.08.06 Общий физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность: Фундаментальная физика

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Майкоп, 2021

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической физики

Составитель (разработчик) программы: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 8 от «16» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Согласовано:
Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.

Содержание

Пояснительная записка.....4
1. Цели и задачи дисциплины (модуля). 4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы 5
3. Содержание дисциплины (модуля) 6
4. Самостоятельная работа обучающихся 7
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) 8
6. **Образовательные технологии**……10
7 Методические рекомендации по дисциплине (модулю) 11
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 15
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) 16
10. Лист регистрации изменений.....17

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность Фундаментальная физика.

Дисциплина «Общий физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана, раздел «Общий физический практикум».

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: электромагнетизм, теория вероятностей и математическая статистика, ознакомительная практика 2.

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е./ 108 ч.;

контактная работа – 66,25 ч.:

занятия лекционного типа – 0 ч.

занятия лабораторного типа – 64 ч.

контроль самостоятельной работы – 2 ч.

иная контактная работа – 0,25 ч.

Самостоятельная работа – 41,75 ч.

контроль – 0 ч.

Ключевые слова: ядро, атом, радиоактивность, закон радиоактивного распада, альфа-распад, бета-распад, гамма квант, эффект Мессбауэра, нуклон, ядерная реакция, элементарная частица, античастицы, заряд (электрический, лептонный, барионный), квантовые числа, электромагнитные взаимодействия, сильные взаимодействия, слабые взаимодействия, космические лучи, дозиметр, счетчик Гейгера, распределение Пуассона.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины состоит в формировании следующих общепрофессиональных компетенций:

– способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2).

Задачи дисциплины:

- экспериментально изучить основные физические закономерности в ядерной физике, понимать границы их применимости;
- формировать умения самостоятельно приобретать и применять знания, объяснять физические явления; привить навыки самостоятельной работы по предмету;
- ознакомление с электроизмерительными приборами, научной аппаратурой, изучение принципов их работы;
- научить применять математические методы обработки результатов эксперимента (в том числе с применением ЭВМ), научить правильно представлять полученную экспериментальную информацию в виде графиков, таблиц.

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Результаты обучения**
ОПК 2	ОПК-2.1. Разрабатывает математические модели физических объектов, систем и процессов.	*Знает:* основных понятий, уравнений, законы ядерной физики и физики элементарных частиц. *Умеет:* осваивать современное физическое

	Осваивает современное физическое оборудование различного назначения, работает на нем.	оборудование для исследования процессов и явлений ядерной физики и элементарных частиц, работать на нем. *Владеет:* навыками работы на современном физическом оборудовании.
	ОПК-2.2. Выбирает способы и средства измерений при проведении конкретного исследования. Выбирает методы обработки и представления экспериментальных данных, оценки погрешности результатов измерений.	*Знает:* способы и средства измерений при проведении конкретного исследования, основы методов обработки экспериментальных данных, методы определения погрешностей. *Умеет:* выбирать способы и средства измерений при проведении конкретного исследования, методы обработки и представления экспериментальных данных, оценки погрешности результатов измерений. *Владеет:* навыками обработки и представления экспериментальных данных, оценки погрешности результатов измерений.
	ОПК-2.3. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности.	*Знает:* знает постановку и методы решения стандартных задач ядерной физики. *Умеет:* решать стандартные задачи ядерной физики. *Владеет:* навыком решения стандартных задач ядерной физики.

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 2. Объем дисциплины (модуля) общая трудоемкость: _3_ з.е. / _108_ ч.
Форма обучения _очная

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		VII			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108			
Контактная работа:					
занятия лекционного типа					
занятия лабораторного типа	64	64			
контроль самостоятельной работы	2	2			
иная контактная работа	0,25	0,25			
контролируемая письменная работа					
контроль					
Самостоятельная работа (СР)	41,75	41,75			
Курсовая работа (проект)					
Вид промежуточного контроля	**зачет**				

3. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3. Распределение часов по темам и видам учебной работы
Форма обучения *очная*
Семестр _VII_

№ раздела	Наименование разделов и их содержание	Количество часов					Внеауд. работа (СР)
		Всего	Аудиторная работа				
			Л	ИКР	ЛР	КСР	
1	2	3	4	5	6		7
1	Цикл 1. Вводное занятие ЛР№1 ЛР№2 ЛР№3	16 2 6 8 8			 2 6 8 8		16
2	Цикл 2. ЛР№4 ЛР№5 ЛР№6	14 8 8 8			 8 8 8	1	14
3	Цикл 3. ЛР№ 7 ЛР№ 8	11,75 8 8		0,25	 8 8	1	11,75
Итого:		72		0,25	64	2	41,75
			Итого ауд.: 66,25 часов				

Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лаб. работ	Содержание лабораторных занятий
1		Вводное занятие. Инструктаж по правилам техники безопасности. Порядок выполнения работ и оформления отчетов
2	1	Эффект Мессбауэра
3	2	Определение коэффициентов поглощения β частиц
4	3	Основы дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений. Дозиметрические приборы.
5	4	Измерение окружающего радиационного фона
6	5	Исследование космического излучения
7	6	Измерение параметров электромагнитных полей
8	7	Изучение треков заряженных частиц
9	8	Изучение статистических закономерностей радиоактивного распада

4. Самостоятельная работа обучающихся

Цели самостоятельной работы – освоить те разделы дисциплины, которые не были затронуты в процессе аудиторных занятий, но предусмотрены рабочей программой, а также расширить границы получаемых знаний, умений и навыков (владений) в процессе дополнительного изучения отдельных тем, решении практических задач, исследования отдельных вопросов дисциплины с помощью учебно-методической литературы; подготовиться к занятиям лекционного и семинарского типа.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ и название раздела	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	(неделя семестра)
Цикл 1	<u>Внеаудиторная:</u> - изучение теор. материала по лабораторным описаниям; конспектирование лабораторных описаний; - подготовка к новому лабораторному занятию (составление схем опыта, таблиц), оформление и подготовка к защите выполненных лабораторных работ). <u>Аудиторная: КСР</u> проверка лабораторных отчетов	8 8 1	1-я -6-я недели 1-я -6-я недели 6-я неделя
	Итого	16 часов 1КСР	
Цикл 2	<u>Внеаудиторная:</u> - изучение теор. материала по лабораторным описаниям; конспектирование лабораторных описаний; - подготовка к новому лабораторному занятию (составление схем опыта, таблиц), оформление и подготовка к защите выполненных лабораторных работ). <u>Аудиторная: КСР</u> проверка лабораторных отчетов	8 6 1	7-я -12-я недели 7-я -12-я недели 12-я неделя
	Итого	14 часов 1КСР	
Цикл 3	<u>Внеаудиторная:</u> - изучение теор. материала по лабораторным описаниям; конспектирование лабораторных описаний; - подготовка к новому лабораторному занятию (составление схем опыта, таблиц), оформление и подготовка к защите выполненных лабораторных работ).	6 5,75	13-я -18-я недели 13-я -18-я

№ и название раздела	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	(неделя семестра)
	Аудиторная: КСР проверка лабораторных отчетов	2	недели 18-я неделя
	Итого	11,75 часа 2КСР	

4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Аринштейн, Э.А. Основы теоретической физики: опорные конспекты по курсам теоретической физики по организации самостоятельной работы студентов II-IV курсов направления 03.03.02. «Физика» / Э.А. Аринштейн. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2016. – 73 с. **ЭБС** Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571839
2. Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями предусматривается обеспечение учебно-методическими пособиями в печатном и электронном видах (http://www.phys.msu.ru , http://library.sgu.ru/ , учебная литература в виде pdf файлов) по согласованию с преподавателем, ведущим занятия.
3. Квантовая и ядерная физика: практикум / Г. Ш. Гогелашвили, М. Е. Гордеев, С. В. Красильникова и др.; под общ. ред. Г. Ш. Гогелашвили ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 120 с. ЭБС Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560434

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5.1. Основная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев; под ред. Л.Л. Енковского. – М.: Лань, 2019. – Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – 527 с. **ЭБС** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316 Гриф: Рекомендовано МО РФ в качестве учебного пособия для студентов физических специальностей высших учебных заведений
2	Сивухин, Д. В. Общий курс физики. В 5 т. Т.5. Атомная и ядерная физика: учебное пособие/ Д.В.Сивухин.- М.: Физматлит, 2002.- 783 с. **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82991 Гриф: Рекомендовано МО РФ в качестве учебного пособия для студентов физических специальностей высших учебных заведений
3	Пацева, Ю.В. Элементы атомной и ядерной физики: тесты по физике / Ю.В. Пацева. - М.: Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 51 с. **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=29818
4	Шутов, В. И. Эксперимент в физике. Физический практикум/ В. И. Шутов, В. Г. Сухов, Д. В. Подлесный.-: Физматлит, 2005.- 184 с. **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75952

Таблица 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Михайлов, М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц : учебное пособие / М.А. Михайлов. - М.: Прометей, 2011. - Ч. первая. Физика атомного ядра. - 94 с. - **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108075
2	Глухов, Д. А. Технические измерения и приборы: учебное пособие / Д. А. Глухов. - Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2009. - 251 с. **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142217
3	Лабораторный практикум по общей физике/ Под ред Гершензона Е.М., Малова Н.Н., М.: Высш. школа, 1985.
4	Общая физика: физика атомного ядра и элементарных частиц / Н. И. Анасимова, Ю. А. Гороховатский, Е. А. Карулина и др. ; под общ. ред. Ю. А. Гороховатского. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (РГПУ), 2018. – 184 с. **ЭБС** Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577816
5	Общая теория измерений. Практикум: учебное пособие / О. П. Дворянинова, Н. Л. Клейменова, О. А. Орловцева, А. Н. Пегина ; науч. ред. О. П. Дворянинова. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с. **ЭБС** Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482040

Таблица 5.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	http://www.youtube.com/ Опыты по физике
2	http://experiment.edu.ru Коллекция «Естественнонаучные эксперименты»: физика
3	Физический практикум по механике: учебное пособие/ В.Б. Дёмин, Ю.Г. Карпов, В.П. Левченко, А.А. Повзнер, К.А. Шумихина. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. – 143с. http://urfu.ru/fileadmin/user_upload/kafedra_fiziki/pdf/mechanics.pdf
4	Краткий справочник по физике http://www.physics.vir.ru
5	Мир физики: физический эксперимент http://demo.home.nov.ru
6	http://genphys.phys.msu.ru Сервер кафедры общей физики физфака МГУ: физический практикум и демонстрации
7.	nauka.relis.ru ежемесячный научно-популярный журнал **«Наука и Жизнь»**.
8.	virlib.eunnet.net/mif (**М**атематика, **И**нформатика, **Ф**изика) **Журнал «МИФ»**
9.	http://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn/ Журнал «Измерительная техника»

Таблица 5.4. Периодические издания

№ п/п	Наименование
1.	Журнал «Успехи физических наук». www.ufn.ru
2.	Физическое образование в Вузах. / М.: Издательский дом МФО (Московское физическое общество). **ЭБС и** http://pinhe.lebedev.ru/
3.	Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики (ЖЭТФ) http://www.jetp.ac.ru/
4.	Журнал «Труды Физического Общества Республики Адыгея» http://fora.adygnet.ru/

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Базы данных ИНИОН РАН http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии. В настоящее время включает более 130 тыс. наименований. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ **http://adygnet.bibliotech.ru**

Ресурс содержит электронные аналоги трудов преподавателей АГУ. Обеспечивает доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ООО «Научная электронная библиотека» (НЭБ) www.elibrary.ru

Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии и образования, в том числе электронные версии более 3900 российских научно-технических журналов, из которых более 2800 журналов в открытом доступе.

Международные базы данных научных изданий

Web of Science https://apps.webofknowledge.com Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. Режим доступа: IP адреса университета

Scopus https://www.scopus.com/search/ – это наукометрическая реферативная база данных, входящая в базу данных SciVerse компании Elsevier. SciVerse объединяет в себе материалы из коллекции рецензированной литературы SciVerse Scopus, собрания полнотекстовых статей SciVerse ScienceDirect. Режим доступа: IP адреса университета.

zbMATH https://zbmath.org/ Реферативная база данных по чистой и прикладной математике.

Интернет-ресурсы открытого доступа (Open Access)

(Информационно-поисковые (справочные) системы)

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/ Ресурс обеспечивает свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования и к ресурсам системы федеральных образовательных порталов, объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России.

Университетская информационная система Россия uisrussia.msu.ru

6. Образовательные технологии

Таблица 6.

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	**2**	**3**	**4**
1.	Вводное занятие	Беседа. Обработка результатов измерений.	Используется ПК с необходимым программным обеспечением для работы с таблицами экспериментальных результатов и для построения графиков.
2.	Весь курс	Лабораторные занятия.	1. Работа в малых группах (*Технология разноуровневого обучения*). 2. Работы выполняются по графику. 3. В начале занятий организуется взаимодействие студентов (технология сотрудничества). Консультацию студентам, выполняющим лабораторную работу на данном занятии, проводят студенты, выполнившие работу на прошлом занятии.

3.	Весь курс	Самостоятельная работа	Консультирование и проверка лабораторных отчетов посредством электронной почты, использование системы дистанционного обучения Moodle.

7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)

Так как на занятиях практикума обучающимся предоставляется максимальная самостоятельность, то роль преподавателя на этих занятиях значительно отличается от той, какую он выполняет на обычном занятии, когда излагается новый материал с демонстрацией опытов, решаются для примера задачи, ведется опрос и т. п. Эта роль сводится в основном к постановке проблемы и всестороннему наблюдению за ходом работы и приему отчетов.

Попутно с наблюдением преподаватель во время проведения практикума дает отдельным обучающимся указания по обращению с оборудованием, заботясь о том, чтобы прививались правильные практические навыки. В случае необходимости он корректирует ход работы, дает указания, помогающие вовремя закончить экспериментальную часть и получить надлежащие результаты, а также советы по поводу обработки полученных результатов, составления отчета и т. п.

Наблюдения за ходом выполнения работы позволяют преподавателю установить, кто из обучающихся подготовился лучше (владеет теорией, ясно представляет ход работы, знает назначение отдельных приборов) и кто подготовился недостаточно.

Оценка знаний обучающихся по практикуму относится к числу существенных сторон методики ведения занятий. Эта оценка складывается из результатов проверки отчетов и из результатов наблюдения преподавателя, так как в оценку должно входить не только качество отчета, но и качество всей практической работы, проведенной обучающимся на лабораторных занятиях.

Методические указания обучающимся по дисциплине

На выполнение одной лабораторной работы практикума отводится 3 часа. При этом деятельность обучающихся на занятии складывается из следующих этапов: 1) допуск к занятиям; 2) выполнение работы; 3) осуществление вычислений, получение результата; 4) оформление письменного отчёта.

Прежде чем приступать к выполнению любой работы необходимо изучить и помнить правила техники безопасности при работе с электрическими установками.

Будьте осторожны! Помните об опасности поражения электрическим током!

Во время пребывания в лаборатории студент должен соблюдать порядок, выполнять требования техники безопасности. Разговоры между студентами должны вестись тихо и только по вопросам, относящимся к выполнению лабораторных работ. Покидать лабораторию в рабочее время студент имеет право только по разрешению преподавателя после обесточивания установки, на которой студент работает.

Подготовка обучающегося к занятиям состоит в том, что он внимательно изучает описание работы, которую ему предстоит делать, по данному пособию, а также по литературе, указанной в рекомендациях. В результате этого он должен иметь четкое представление об изучаемом явлении и уметь ответить на контрольные вопросы к работе.

Допуск к выполнению работы осуществляется преподавателем и заключается в выяснении знаний у обучающихся теоретического материала и экспериментальной установки.

После допуска обучающийся получает исходные данные у преподавателя и преступает к выполнению работы. В ходе выполнения лабораторной работы

преподаватель руководит экспериментальной работой студента, производством измерений и визирует в тетради студента полученные результаты. Затем полученные результаты обрабатываются математически: вычисляются погрешности, записывается окончательный результат, который оценивается преподавателем.

Для получения зачета студенту необходимо иметь письменный отчёт о работе, который оформляется в лабораторной тетради.

Отчёт должен содержать все пункты, которые указаны в описаниях лабораторных работ.

Если все этапы выполнены студентом правильно и своевременно, то по работе ставится отдельный зачёт.

Лабораторная работа сдается только при наличии полностью и правильно оформленного отчета. Подтверждением сдачи является подпись преподавателя на соответствующем отчете с указанием оценки и даты защиты.

Зачет по итогам семестра выставляется студенту после сдачи отчета по последней выполненной им работе при наличии подписанных преподавателем отчетов по всем остальным выполненным в текущем семестре работам.

Практикум по атомной физике - очередная ступенька познания окружающего мира методами современной экспериментальной физики. Задача студента, попавшего в лабораторию физики атомного ядра и элементарных частиц - исследовать закономерности наблюдаемых явлений и описать их физическими законами. Выполнение каждой лабораторной работы связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой результатов измерения.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) не оформлена предыдущая работа (оформление должно быть закончено обязательным написанием заключения с результатами, погрешностями и графиками);

б) имеется более одной несданной работы;

в) отсутствуют необходимые записи в лабораторной тетради по текущей лабораторной работе (название и номер работы, необходимые формулы, схема установки, таблицы для записи экспериментальных данных);

г) студент не может удовлетворительно ответить на вопросы на допуск к работе (при подготовке к сдаче лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы к работе).

Порядок работы:

1. Включать установку и проводить измерения можно только с разрешения преподавателя. До начала работы следует записать характеристики приборов и продумать последовательность измерений. Запрещается без необходимости крутить ручки приборов.
2. Необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в лаборатории.
3. Выполнение лабораторных работ студентом вне расписания занятий его группы возможно только в исключительных случаях и после получения согласия преподавателя и заведующего лабораторией.

Практические рекомендации по оформлению лабораторных работ.

1. В качестве тетради по лабораторным работам следует взять большую общую тетрадь в 96 листов. Половину тетради следует отвести под черновик.
2. Черновые расчеты должны быть выполнены так, чтобы их можно было воспроизвести для перепроверки результатов.
3. Каждая лаб. работа начинается с оформления введения и таблиц данных. Во введении должна быть:
   а). краткая теория;

б). схема или рисунок установки;
в). формулы для расчета погрешностей;
г). рисунки предполагаемых теоретических зависимостей.

Объем введения должен составлять 1-2 тетрадных страницы.

При составлении и заполнении таблиц данных следует учитывать следующее:

1. Если вид таблицы не приведен в описании к лабораторной работе, необходимо самостоятельно спланировать и начертить таблицу на основании информации, данной в описании к лабораторной работе. Для этого нужно определить, какие данные будут заноситься в таблицу и как они должны в ней располагаться.
2. Результат заносится в таблицу сразу после проведения измерения.

При построении графиков необходимо следовать следующим правилам:

1. Размер листа миллиметровой бумаги должен быть равен целому листу лабораторной тетради или его половине. Нестандартный размер графика используется только в случае необходимости.
2. Оси графика, точки с погрешностями и сами зависимости выполняются карандашом, а цифры, переменные и название графика пишут авторучкой. Допустимо выполнение графиков на компьютере с распечаткой на принтере с размером листа А4. График должен иметь миллиметровое разбиение.
3. Каждый график обязательно должен быть подписан. Например: «график зависимости удлинения латунного стержня от температуры». Недопустимо в названии делать сокращения типа: «зависимость L от T». Название графика пишется на миллиметровой бумаге в правом верхнем углу.
4. Масштаб должен выбираться так, чтобы одновременно выполнялись следующие требования:
   а. экспериментальные данные занимали большую часть листа (более 60%);
   б. одна клетка миллиметровки (1см) соответствовала бы 1, 2, 5, 10 единицам величины, откладываемой на оси;
   в. если необходимо отложить по осям большие числа, например: 20000, 30000, 40000 и т.д., проставляются 2, 3, 4 и т.д., а в конце оси около стрелки переменная умножается на 10^{-4};
   г. каждая из осей должна отстоять от края листа примерно на 1,5-2 см.

Часто студенты, проводя разметку осей, стараются проставлять цифры, начиная с нуля, но в этом нет необходимости. Разрешается при построении графиков на пересечении осей ставить требуемую величину.

5. На осях проставляются только цифры масштаба, и не проставляются цифры экспериментальных точек.
6. В конце оси около стрелки проставляется переменная и, через запятую, единица измерения, например: m x 10^{-3} , кг.
7. Вклеивать график в лабораторный журнал необходимо осторожно, график не должен выступать из тетради.
8. При построении графиков зависимостей важно понимать следующее:
   а). экспериментальные графики, как правило, проводят через область погрешности результатов в виде сглаженной кривой (при этом необходимо придерживаться правила, что число точек по обе стороны от линии должно быть примерно одинаковым);
   б). экспериментальные графики не могут проходить в область, где отсутствуют экспериментальные результаты (за исключением оговоренных случаев: при аппроксимации, с целью сравнения с теорией или другими экспериментальными результатами…)
   в). нельзя определять линейную зависимость по двум-трем точкам. Такая зависимость

весьма недостоверна. Надо стремиться сделать достаточное количество измерений.

9. Экспериментальные точки на графике фиксируются в виде маленьких кружков, а если зависимостей несколько, то другие серии данных изображаются треугольниками, квадратами, пустыми или зачернёнными. Зависимости также изображаются разными линиями: сплошными, пунктирными, штрихпунктирными, около них допустимо ставить указатели с номерами, а в углу графика подписывать какой график какой зависимости соответствует.
10. Интервалы погрешностей каждой экспериментальной точки изображают тонкими прямыми линиями (вертикальными и горизонтальными) с ограничивающими их «черточками» (можно в виде прямоугольников).
11. Если неизвестная величина определяется по графику, то необходимо все дополнительные линии для нахождения этой величины нанести на график.

Заключение к лабораторной работе является учебной моделью написания выводов для всякого научного исследования. Оно представляет собой формализованный текст, назначение которого - дать ясное представление о полученных в работе результатах. Одновременно, оно требует от студента четкого понимания того, что он делал и что получил, умения пользоваться научной терминологией и выработки особого стиля изложения.

Заключение к лабораторной работе должно содержать следующие основные блоки:

1. Краткое описание того, что измерялось и с какой целью, каким методом и на каком оборудовании.
2. Описание выбранного диапазона, в котором производились измерения, интервалов между измерениями и количества измерений, а также обоснование такого выбора (по возможности).
3. Описание того, как обрабатывались экспериментальные данные (если это имело место) и как использовались результаты (например, строились графики, рассчитывались какие величины и т.д.)
4. Описание полученных результатов и графиков. При этом необходимо различать экспериментальные данные и построенные по ним кривые и теоретические зависимости. Важно понимать следующее:

4.1. они не обязаны совпадать;

4.2. никакая экспериментальная зависимость не является абсолютно достоверной, так как всегда могут при дополнительных измерениях найтись точки, изменяющие картину; степень достоверности зависит от количества данных (и распределения их в диапазоне измерений) и их погрешностей;

4.3. с помощью эксперимента нельзя доказать или проверить теорию, ибо экспериментальные данные могут лишь свидетельствовать в пользу той или иной теоретической модели, поэтому принято говорить о степени согласия эксперимента с теорией.

Например, неверно говорить: «полученные данные доказывают справедливость закона сохранения механической энергии». Нужно: «полученные данные находятся в хорошем согласии с законом сохранения механической энергии».

5. Описание результатов, полученных из анализа графиков или другими методами, а также их погрешностей, с указанием, как эти погрешности рассчитывались. При этом необходимо указать характер погрешности: случайный, приборный систематический.
6. Обсуждение источников погрешностей. Необходимо попытаться найти реальную причину неточностей в методике эксперимента или в характеристиках экспериментального оборудования. Недопустимо формально ссылаться на неточность приборов, объясняя этим неудачные результаты.
7. Обсуждение согласия теории (если такая имеется) и эксперимента. Необходимо обязательно указать, совпали ли результаты в пределах погрешности эксперимента или нет. Заключение чаще всего пишется в безличной форме, например: «В данной работе

исследовалась зависимость …». Не рекомендуется писать от первого или третьего лица. Необходимо строго соблюдать единый стиль изложения, недопустимо использовать чрезмерно усложнённые грамматические конструкции, пытаться все заключение написать одним предложением, нарушать последовательность изложения.

В заключение следует внести небольшие таблицы с окончательными результатами. Не следует вклеивать в заключение графики и иллюстрации. На них нужно ссылаться.

Каждый результат необходимо сравнить с теоретическим значением. Не следует представлять экспериментальные и табличные значения в разных системах единиц. Необходимо также обсуждать в заключении расхождение в экспериментальных и табличных значениях. Для простоты сравнения результаты должны быть представлены в одинаковых единицах измерения.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом,

или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Занятия проводятся в специализированных лабораториях - лабораториях кафедры теоретической физики:

- ✓ лаборатория атомной и ядерной физики (ауд. 317);
- ✓ лаборатория компьютерного моделирования;

Программное обеспечение ПК ауд. 317, 328 и ноутбука для презентаций:

Лицензионное программное обеспечение

– операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN. Microsoft Open License No 48824880;

– офисный пакет программ Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN. Microsoft Open License No 45084044.

Свободно-распространяемое программное обеспечение:

– TeXworks - рабочая среда системы компьютерной верстки физико-математических текстов;

– Free Pascal - универсальный компилятор Pascal с открытым исходным кодом;

– Python (x, y) - бесплатное программное обеспечение для научных и инженерных разработок, численных расчетов;

– OpenOffice Impress пакет офисных приложений.

Для аналитического и численного решения задач могут быть использованы компьютерные программы Maple, Scilab, Matlab.

10. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	замененных	новых	аннулированных					