

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Специальная дисциплина "Приборы и методы
экспериментальной физики"**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Общей и экспериментальной физики**

Учебный план 1.3.2. 06_23_00.plx
1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **1 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	1	1	1	18
Итого ауд.	1	1	1	18
Контактная работа	1	1	1	18
Сам. работа	1	1	1	18
Итого	3	3	3	36

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., зав. каф., Дубков Михаил Викторович

Рабочая программа дисциплины

Специальная дисциплина "Приборы и методы экспериментальной физики"

разработана в соответствии с:

ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

утвержденного учёным советом вуза от 03.03.2023 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Общей и экспериментальной физики

Протокол от 17.05.2023 г. № 8

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Дубков Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов систематических знаний в области фундаментальных теоретических принципов, определяющих особенности физических процессов и явлений, как научной основы для выполнения научно-квалификационной работы (НКР), проведения научно-исследовательской и дальнейшей профессиональной деятельности.
1.2	В задачи дисциплины входит:
1.3	• расширение научного кругозора и эрудиции аспирантов, овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями физики с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории;
1.4	• совершенствование навыков моделирования физических процессов в вакууме, газе и твердом теле с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
1.5	• совершенствование навыков профессионального изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций; умения теоретически обосновать явления, обусловленные физическими процессами в вакууме, газе и твердом теле;
1.6	• совершенствование навыков организации научно-исследовательской и научно-методической работы;
1.7	• применение приобретенных теоретических и практических знаний для решения конкретных задач при подготовке выпускных работ, в научно-исследовательской, а также дальнейшей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Инновационные и вариативные концепции, модели, технологии и приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
3.2	Уметь:
3.2.1	Применять на практике основные приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики, современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, анализировать экспериментальные результаты и обосновывать полученные выводы.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами организации и проведения экспериментальных исследований в области физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Измерение физических величин					
1.1	Методы измерения основных физических величин /Тема/	4	0			

1.2	1. Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Учет эффектов общей теории относительности (зависимость хода часов от ускорения и гравитации). 2. Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты. 3. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин. Мировые стандарты. и эталоны. 4. Методы измерения термодинамических величин. 5. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография). 6. Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенковские детекторы). 7. Регистрация частиц и радиоактивных излучений (ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, пропорциональные счетчики, стримерные и искровые камеры, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные счетчики, пузырьковые камеры, черенковские счетчики, ядерные фотоэмульсии). 8. Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин. 9. Дифференциальные, интерферометрические и др. методы измерений. 10. Нанотехнологии в измерительной технике. 11. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффициенты, учитывающие влияние радиации на живые организмы, эквивалентная доза. /Лек/	4	4		Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.3	/Ср/	4	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.4	Измерения /Тема/	4	0			

1.5	1. Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты. 2. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы). 3. Методы измерений физических величин в исследуемой области физики. 4. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики*. 5. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$. 6. Квантовые эффекты в физических измерениях. Условия, когда классический подход становится неприменим. Соотношения неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора. Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры). Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры. /Лек/	4	4		Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.6	/Ср/	4	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.7	Критерии точности измерений /Тема/	4	0			

1.8	1. Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. 2. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. 3. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин. 4. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. 5. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t - распределение Стьюдента, - распределение 6. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях. 7. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки. /Лек/	4	4		Л1.4Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.9	/Ср/	4	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.10	Методы анализа физических измерений /Тема/	4	0			
1.11	1. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.д.) 2. Фурье- анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ. 3. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий , Смирнова- Колмогорова, Колмогорова. 4. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения. 5. Метод максимального правдоподобия и его применение. 6. Метод наименьших квадратов. /Лек/	4	2		Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
1.12	/Ср/	4	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
	Раздел 2. Моделирование и автоматизация эксперимента					
2.1	Моделирование физических процессов /Тема/	4	0			

2.2	1. Аналитическое описание физических процессов. 2. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. 3. Метод статистических испытаний методика его применения. 4. Использование моделей физических процессов.* 5. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов. /Лек/	4	2		Л1.3 Л1.5Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.3	/Ср/	4	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.4	Автоматизация эксперимента /Тема/	4	0			
2.5	1. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации «в линию» (on-line) 2. Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния. 3. Контроль процессов измерений в реальном времени 4. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных. /Лек/	4	2		Л1.1Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.6	/Ср/	4	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Аникин В.С., Малютин А.Е.	ЭВМ в технике и научных исследованиях : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2005,	, https://elibr.ru/ebs/download/310
Л1.2	Новицкий П.В.	Оценка погрешностей результатов измерений	Л.:Энергоатом издат.Ленингр. отд-ние, 1991, 304с.	5-283-04513-7, 1
Л1.3	Грановский В.А., Сирая Т.Н.	Методы обработки экспериментальных данных при измерениях	Л.:Энергоатом издат.Ленингр. отд-ние, 1990, 288с.	5-283-04480-7, 1
Л1.4	Под ред.Зарубина В.С.,Крищенко А.П.	Математическая статистика : Учебник для втузов	М.:Изд-во МГТУ, 2002, 424с.	5-7038-1270-4,5-7038-1730-7, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.5	Вержбицкий В.М.	Основы численных методов : Учеб.	М.:Выш.шк., 2002, 840с.	5-06-004020-8, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Дворяшин Б.В.	Основы метрологии и радиоизмерения : Учеб.пособие для студ.вузов	М.:Радио и связь, 1993, 319с.	5-256-01020-4, 1
Л2.2	Науч.ред.Русин Ф.С.;Всесоюз.науч.-исслед.ин-т физ.-техн.и радиотехн.измер.	Исследования в области измерений времени и частоты : Сб.науч.трудов	М., 1990, 113с.	, 1
Л2.3	Шуп Т.Е.	Прикладные численные методы в физике и технике	М.:Выш.шк., 1990, 254с.	5-06-001014-7, 1
Л2.4	Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.	Физические основы математического моделирования : Учеб.пособие	М.:Академия, 2005, 320с.	5-7695-1838-3, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный интернет портал РГРТУ [электронный ресурс] http://www.rsreu.ru
Э2	Образовательный портал РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: по паролю https://edu.rsreu.ru
Э3	Электронная библиотека РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - по паролю http://elib.rsreu.ru/
Э4	Электронно-библиотечная система IRPbooks [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю https://www.iprbookshop.ru
Э5	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю https://e.lanbook.com
Э6	Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. http://минобрнауки.рф
Э7	Официальный сайт Всероссийской аттестационной комиссии Российской Федерации [Электронный ресурс]. http://vak.ed.gov.ru
Э8	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. http://fgosvo.ru

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	345 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (30 мест без учета места преподавателя); Аудиторная доска
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"			
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Дубков Михаил Викторович, Заведующий кафедрой ОиЭФ	19.06.24 09:38 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Дубков Михаил Викторович, Заведующий кафедрой ОиЭФ	19.06.24 09:38 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ ОА	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Нефедова Елена Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры	19.06.24 14:36 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Гусев Сергей Игоревич, Проректор по научной работе и инновациям	19.06.24 15:49 (MSK)	Простая подпись