

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФТФ, член корреспондент
РАН, д.ф.-м.н.

_____ А.К. Чернышев
« ____ » _____ 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Приборы и методы экспериментальной физики

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	03.03.01 Прикладные математика и физика
Наименование образовательной программы	Электрофизика
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ЭФ, доцент, д.ф.-м.н.

_____ Ю.Б. Кудасов
протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

« ____ » _____ 2023г.

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф.-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
6	36	3	108	32	32	0	44	36	Зач.
ИТОГО	36	3	108	32	32	0	44	36	6

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программы бакалавриата. Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы.

Для успешного усвоения курса необходимо знание общих курсов физики и математики, ряда разделов теоретической физики (электродинамика, статистическая физика), физики твердого тела.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины является формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; систематизацией знаний о физических процессах и явлениях в средах под воздействием излучения, изучения основных закономерностей, формирование физических представлений о процессах, протекающих в детектирующей аппаратуре для применения этих знаний при работе в различных областях науки, техники и медицины, а также ознакомления с основными методами экспериментальных исследований и статистической обработки результатов измерений.

Задачи дисциплины:

- сформировать системное представление о многообразии методов измерения физических величин в различных областях экспериментальной физики, и методов обработки результатов эксперимента.
- обучить на практике применять базовые методы измерения и обработки физических величин в современных условиях проведения экспериментальных исследований.
- подготовить к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 03.03.01 «Прикладные математика и физика».

Для успешного освоения дисциплины «Приборы и методы экспериментальной физики» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Общая физика
- Применение компьютеров в научных исследованиях
- Вычислительная математика
- Уравнения математической физики
- Классическая электродинамика
- Электротехника

Изучение дисциплины «Математическая теория устойчивости» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Методы моделирования эксперимента
- Математические методы теоретической физики

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
Участие в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей	Импульсные источники токов и напряжений, СВЧ-техника, электрофизические методики измерений, ускорители	ПК-9.2 способен к участию в проведении электрофизических измерений, выполнении экспериментов на электрофизических установках, источниках излучения, высоковольтном и измерительном оборудовании	З-ПК-9.2 Знать порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ У-ПК-9.2 Уметь создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках В-ПК-9.2 Владеть навыками обработки результатов расчетных исследований

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ неде- ли	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. заня- тия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Макси- мальный балл (см. п. 6.3)
Семестр № 6								
1.	Название раз- дела							
1.1.	Общие вопро- сы теории из- мерений. Кри- терии точности измерений фи- зических вели- чин	1-2	2	2			УО	
1.2.	Методы изме- рения основ- ных физиче- ских величин	3-5	3	3			УО	
Рубежный контроль		6	Контр.					20
2.	Название раз- дела							
2.1.	Методы анали- за результатов физических измерений	7-11	5	5			УО	
2.2.	Моделирова- ние физиче- ских процессов	12-15	4	4			УО	
Рубежный контроль		16	Контр.					25
Промежуточная атте- стация			зачет				36	0 - 50
Посещаемость								5
Итого:								100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Общие вопросы теории измерений. Критерии точности измерений физических величин	Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Корреляции случайных величин. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера—Хинчина. Оценка параметров случайных величин. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей.
1.2.	Методы измерения основных физических величин	Оптическая микроскопия, методы измерения длин и площадей. Растровая и сканирующая электронная микроскопия. Методы измерения термодинамических величин. Принципы рентгеновской дифрактометрии. Метод Лауэ и Вульфа-Брэгга. Анализ кристаллических структур, определение кристаллогеометрических параметров кристаллической решетки. Динамический рентгенофазный анализ. Методы рентгеновской дифрактометрии высокого разрешения на основе синхротронного излучения. Рентгеноспектральный анализ. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография). Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодiodы, фотоумножители, черенковские детекторы). Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин. Дифференциальные, интерферометрические и другие методы измерений. Лазерная доплеровская анемометрия. Лазерная диагностика микропотоков. Нанотехнологии в измерительной технике. Анализ структурного состояния нанообъектов с использованием методов растровой электронной микроскопии.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Методы анализа результатов физических измерений	Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты. 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. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена—Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.). Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое

		преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий Смирнова—Колмогорова, Колмогорова. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.
2.2.	Моделирование физических процессов	Аналитическое описание физических процессов. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. Метод статистических испытаний, методика его применения. Использование моделей физических процессов. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов. Нейронные сети. Однослойный и многослойный перцептрон. Обучение перцептрона, алгоритм обратного распространения ошибок. Глобальные методы оптимизации. Радиально-базисные сети. Задача кластеризации и сеть Кохонена. Применение нейронных сетей для классификации данных.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 6				
Раздел 1	1.1. Общие вопросы теории измерений. Критерии точности измерений физических величин	ПК-9.2	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	УО – 2
	1.2. Методы измерения основных физических величин		3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	УО – 5
Рубежный контроль		ПК-9.2	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	Контр -6
Раздел 2	2.1. Методы анализа результатов физических измерений	ПК-9.2	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	УО – 11
	2.2. Моделирование физических процессов		3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	УО – 15
Рубежный контроль		ПК-9.2	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	Контр – 16
Промежуточная аттестация		ПК-9.2	3-ПК-9.2; У-ПК-9.2; В-ПК-9.2	Зачет

5.2. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается

по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М., 1983
2. Кендал М., Стюарт А. Статистические выводы и связи., пер. с англ., М., Мир, 1976.
3. Боровков А.А. Математическая статистика, М., 1984.
4. Брагинский В.Б., «Физические эксперименты с пробными телами», М., - Наука, 1970.
5. Воронцов Ю.И., «Теория и методы макроскопических измерений», М., - Наука, 1989.
6. Акимов Ю.К. Игнатьев О.В. Калинин А.И. Кушнирук В.Ф. "Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике", М. Энергоатомиздат, 1989.
7. Глазков А.А., Саксаганский Г.Д. Вакуум электрофизических установок и комплексов. М.: Энергоатомиздат, 1985.
8. Джексон Д. Классическая электродинамика. Перев. с англ. М., "Мир", 1965.

9. Методы анализа данных в физическом эксперименте. / Под ред. М.Реглера. М.: Мир, 1993.
10. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст]: — Москва: Лань, 2011
11. Кольчужкин А.М. Метод Монте-Карло в теории переноса излучений: учебное пособие / А. М. Кольчужкин, А. В. Богданов; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
12. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие для вузов— Москва: Горячая линия-Телеком, 2010
13. Косарев Е.Л. Методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие — Москва: Физматлит, 2008.
14. Карманов Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных: лабораторный практикум с использованием пакета MathCad : учебное пособие для вузов / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. — Москва: Абрис, 2012.
15. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие для вузов — Москва: КноРус, 2010.
16. Старовиков М.И. Введение в экспериментальную физику: учебное пособие — СПб.: Лань, 2008
17. Бутырин, П.А. Автоматизация физических исследований и эксперимента. Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 — Москва: ДМК Пресс, 2009.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): Докукина И.В., к. ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики

Рецензент(ы):