

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
9	2	72	18	18	0		36	0	3
Итого	2	72	18	18	0	20	36	0	

## АННОТАЦИЯ

Изучение основ статистической радиотехники - теории случайных колебаний.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс состоит из двух частей. В первой части излагаются основы квантовой механики и общие вопросы теории приборов квантовой электроники. Вторая часть курса посвящена принципам работы этих приборов, их устройству и характеристикам.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина предназначена для того, чтобы обучить методам математического моделирования случайных процессов в электрофизической аппаратуре. Для изучения данной дисциплины требуется знание основ математического анализа и общей физики.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;	математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, ядерно-физических установок.	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов

<p>проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>			<p>на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;</p>
<p>изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>	<p>математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, ядерно-физических установок.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p>
<p>проектный</p>			
<p>сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и</p>	<p>ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим</p>	<p>З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь</p>

установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-конструкторских работ	автоматизированного управления ядерно-физическими установками, радиационные технологии в медицине	заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-конструкторских работ	ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, радиационные технологии в медицине	ПК-5.2 [1] - Способен проектировать различные системы ускорителей заряженных частиц  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-5.2[1] - знать современные пакеты САПР при проектировании ускорителей заряженных частиц; У-ПК-5.2[1] - уметь проводить проектирование перспективных систем ускорителей заряженных частиц; В-ПК-5.2[1] - владеть способностью разрабатывать и оформлять проектную документацию, эффективно взаимодействовать со специалистами смежных профилей

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>9 Семестр</i>							
1	Раздел 1	1-8	9/9/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2
2	Раздел 2	9-16	9/9/0		25	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-

							ПК-4, 3-ПК- 5.2, У- ПК- 5.2, В- ПК- 5.2
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		18/18/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 9 Семестр</b>				50	3	3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5.2, У- ПК- 5.2, В- ПК- 5.2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.	Лаб.,
-------	---------------------------	-------	----------	-------

<b>и</b>		<b>час.</b>	<b>, час.</b>	<b>час.</b>
	<i>9 Семестр</i>	18	18	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	9	9	0
	<b>Тема 1</b> Уравнение состояния идеального газа. Вывод уравнения состояния идеального газа. Распределение молекул газа по скоростям и энергиям.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 2</b> Два рода вечных двигателей. Механический эквивалент теплоты. Работа газа при расширении. Тепло и работа как формы передачи энергии. Формулировка первого начала термодинамики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 3</b> Второе начало термодинамики. Изотермические и адиабатические процессы. Цикл Карно и его КПД. Формулировка второго начала термодинамики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 4</b> Энтропия. Определение энтропии. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии как мера необратимости процесса. Статистическое истолкование энтропии.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 5</b> Статистики. Неравновесные состояния. Термодинамика излучения. Статистики Бозе и Ферми.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 6</b> Примеры приложений статистической физики. Эффект Мессбауэра. Сверхпроводимость. Квантовые генераторы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 7</b> Случайные процессы. Общее определение случайных процессов. Виды случайных процессов. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 8</b> Характеристики случайных процессов. Плотность вероятности и ее размерность. Моменты случайной величины и ее дисперсия.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Раздел 2</b>	9	9	0
	<b>Тема 9</b> Спектральная плотность мощности случайного процесса. Энергетический спектр. Взаимно-корреляционная функция	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		

	и взаимный энергетический спектр двух случайных процессов.	0	0	0
	<b>Тема 10</b> Колебания в случайных процессах. Колебание, модулированное по амплитуде случайным процессом. Колебание, модулированное по фазе случайным процессом.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 11</b> Основы математического аппарата теории случайных процессов. Преобразования характеристик случайных процессов. Характеристики собственных шумов в радиоэлектронных цепях.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 12</b> Дифференцирование и интегрирование случайных функций. Функции распределения. Воздействия случайных колебаний на электрические цепи. Общие замечания.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 13</b> Воздействие узкополосного шума на амплитудный детектор. Совместное воздействие гармонического колебания и нормального шума на амплитудный и частотный детекторы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 14</b> Согласованные фильтры. Согласованная фильтрация заданного сигнала. Импульсная характеристика согласованного фильтра. Физическая осуществимость	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 15</b> Согласованная фильтрация сигнала на фоне помех. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Примеры построения согласованных фильтров.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 16</b> Согласованная фильтрация заданного сигнала при шуме. Фильтрация сигнала с неизвестной начальной фазой. Радиолокация, как область приложений теории случайных колебаний.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна	Полное наименование
--------	---------------------

<b>чение</b>	
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>9 Семестр</i>
	<b>1</b> Вывод уравнения состояния идеального газа. Распределение молекул газа по скоростям и энергиям.
	<b>2</b> Два рода вечных двигателей. Механический эквивалент теплоты. Работа газа при расширении. Тепло и работа как формы передачи энергии. Формулировка первого начала термодинамики.
	<b>3</b> Изотермические и адиабатические процессы. Сравнение обратимых и необратимых процессов. Цикл Карно и его КПД. Формулировка второго начала термодинамики.
	<b>4</b> Определение энтропии. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии как мера необратимости процесса. Статистическое истолкование энтропии
	<b>5</b> Неравновесные состояния. Термодинамика излучения. Статистики Бозе и Ферми.
	<b>6</b> Общие определения случайных процессов. Виды случайных процессов. Примеры.
	<b>7</b> Колебание, модулированное по амплитуде случайным процессом. Колебание, модулированное по фазе случайным процессом. Плотность вероятности.
	<b>8</b> Характеристики собственных шумов в радиоэлектронных цепях. Дифференцирование и интегрирование случайных функций. Функции распределения.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5.2	З-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5.2	З, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

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,
60-64			

			но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Д 79 Колебания и волны : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика.Ч.1, Москва: Физматлит, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические рекомендации для студентов

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не смущайтесь, если вопросы вам кажутся простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь со стороны преподавателя возможен выборочный контроль ваших знаний).

Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

## 2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

При проведении вычислений придерживайтесь следующего формата:

(Обозначение искомой величины) = (буквенная формула расчёта) = (подстановка численных значений величин, входящих в формулу, с указанием их размерностей) = (результат вычислений с указанием его размерности).

Это поможет вам избежать некоторых ошибок, либо выявить их и исправить.

По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы (если вы не прояснили их ранее).

## 3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

## 1. Чтение лекций.

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому

в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу.

Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов.

При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов.

Принятая преподавателем система обозначений должна чётко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций

В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему.

На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачёт.

## 2. Указания для проведения практических занятий.

Тема практического занятия и его цели должны быть чётко обозначены.

В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой.

В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения.

Рекомендуется отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя. Передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости.

В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

Автор(ы):

Лозеева Татьяна Андреевна