

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 16.03.01 Техническая физика
[2] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки
[3] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	3-4	108- 144	32	32	0		8-35	0	Э
6	3-4	108- 144	30	30	0		12-30	0	Э
Итого	6-8	216- 288	62	62	0	0	20-65	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе уравнений математической физики изучаются задачи для уравнений в частных производных, которые возникают в различных областях физики. Изложение курса начинается с рассмотрения нескольких физических процессов, приводящих к одним и тем же базовым математическим моделям. Этими базовыми моделями являются волновое уравнение, уравнение теплопроводности и диффузии, а также уравнения Лапласа и Пуассона. Студенты учатся ставить задачи для перечисленных уравнений, переходя от словесной формулировки физического процесса к его математическому описанию (математической модели).

Основная часть курса посвящена описанию математического аппарата, необходимого для решения различных задач для уравнений в частных производных. Именно, рассматриваются краевые задачи, смешанные (или начально-краевые) задачи. Для решения этих задач используются метод Фурье.

В заключительной части курса рассматриваются специальные функции, возникающие при решении задач для уравнений в частных производных. Излагается теория цилиндрических функций и сферических функций.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- Овладение математическим аппаратом, применяемым для постановки и аналитического решения задач математической физики;
- Приобретение знаний и практических навыков, необходимых для успешной научной, исследовательской и профессиональной деятельности в различных областях физики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина логически и содержательно-методически читается после завершения цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин, предваряя цикл специальных дисциплин.

Курс уравнений математической физики опирается на материал следующих дисциплин: Физика: механика, молекулярная физика и статистическая термодинамика, электричество и магнетизм, волны и оптика, атомная физика; Математика: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, теория функций комплексного переменного, обыкновенные дифференциальные уравнения, интегральные уравнения; Функциональные ряды.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по общему курсу физики и университетскому курсу математики. Необходимо знать дифференциальное и интегральное исчисление, векторный и тензорный анализ, уметь решать дифференциальные и интегральные уравнения. Требуется владеть методами теории функции комплексного переменного, уметь работать с функциональными рядами и многомерными несобственными интегралами. Следует иметь представление об основных задачах механики, термодинамики, физики электрических и магнитных явлений, оптики, атомной физики.

Освоение курса уравнений математической физики необходимо для изучения теоретической физики, специальных физических дисциплин.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [2] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 [2] – Знать фундаментальные законы природы и основные и основные законы естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 [2] – Уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять изученные закономерности к решению физических задач и анализировать полученные решения В-ОПК-1 [2] – Владеть умением выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента; умением применить основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач; анализировать полученные решения задач в профессиональной деятельности; проводить численные вычисления с требуемой степенью точности;
ОПК-1 [3] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	З-ОПК-1 [3] – Знать фундаментальные основы, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, знать методы анализа информации. У-ОПК-1 [3] – Уметь использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук. В-ОПК-1 [3] – Владеть навыками обобщения, синтеза и анализа фундаментальных знаний, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, владеть научным мировоззрением
ОПК-1 [1] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 [1] – Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 [1] – Уметь использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности В-ОПК-1 [1] – Владеть способами использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-2 [2] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе	З-ОПК-2 [2] – Знать основные понятия и методы математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

профессиональной деятельности	У-ОПК-2 [2] – Уметь решать типовые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности методами математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [2] – Владеть методами математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
ОПК-2 [1] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	3-ОПК-2 [1] – Знать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики У-ОПК-2 [1] – Уметь применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач
ОПК-4 [3] – Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	3-ОПК-4 [3] – Знать принципы, методы и средства сбора и обработки научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач на основе информационной и библиографической культуры. У-ОПК-4 [3] – Уметь осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач с применением информационно-коммуникационных технологий. В-ОПК-4 [3] – Владеть навыками сбора, обработки и анализа научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач
ОПК-5 [3] – Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	3-ОПК-5 [3] – Знать современные теоретические, в том числе математические, и экспериментальные методы исследований для решения профессиональных задач. У-ОПК-5 [3] – Уметь применять знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе для проведения научных и прикладных исследований, их экспериментального и теоретического изучения, уметь самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований. В-ОПК-5 [3] – Владеть навыками проведения фундаментальных и прикладных исследований и разработок, работы на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре

УКЕ-1 [1, 2] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 [1, 2] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
---	--

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			
проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	ПК-1 [3] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[3] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[3] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[3] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации;	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	ПК-3 [3] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[3] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ; У-ПК-3[3] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.; В-ПК-3[3] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.
производственно-технологический			
Создание и применение программных средств для обработки расчетных и экспериментальных данных	Программы и программные средства для обработки расчетных и экспериментальных данных	ПК-2 [2] - Способен создавать и применять в работе программы и вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-2[2] - Знать основные и вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных; ; У-ПК-2[2] - Уметь создавать вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных ; В-ПК-2[2] - Владеть навыками создания вспомогательных программных средства для

			первичной обработки расчетных и экспериментальных данных
проектно-конструкторский			
Разработка функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проектов изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.	Наноразмерные системы, атомно-молекулярные смеси, масс-спектрометрия и спектрометрия ионной подвижности, композиционные материалы.	ПК-2 [1] - Способен разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.167	З-ПК-2[1] - Знать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок ; У-ПК-2[1] - Уметь разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров ; В-ПК-2[1] - Владеть методами разработок функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проектов изделий

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Второй раздел	9-16	16/16/0		25	КИ-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1,

							У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	15/15/0		25	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4,

							3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Второй раздел	9-15	15/15/0		25	КИ-15	В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2,

							3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Первый раздел	16	16	0
1 - 2	Тема 1. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Уравнение продольных колебаний стержней и струн. Энергия колебаний струны. Вывод уравнения электрических колебаний в проводах. Поперечные колебания мембраны. Уравнения гидродинамики и акустики. Граничные и начальные условия. Постановка краевых задач для случая многих переменных. Теорема единственности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 2. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач. Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии. Распространение тепла в пространстве. Принцип максимального значения. Теорема единственности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

5 - 6	Тема 3. Метод разделения переменных для волнового уравнения. Уравнение свободных колебаний струны. Представление произвольных колебаний в виде суперпозиции стоячих волн. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая задача для уравнения колебаний. Краевые задачи со стационарными неоднородностями. Задачи без начальных условий для уравнения колебаний. Сосредоточенная сила. Общая схема метода разделения переменных для уравнения колебаний.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
7 - 8	Тема 4. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Однородная краевая задача для уравнения теплопроводности. Функция источника. Краевые задачи с разрывными начальными условиями для уравнения теплопроводности. Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
9-16	Второй раздел	Всего аудиторных часов		
		16	16	0
		Онлайн		
9 - 10	Тема 5. Метод разделения переменных. Уравнение Лапласа на плоскости. Первая краевая задача для круга. Вторая краевая задача для круга. Первая краевая задача в кольце. Интеграл Пуассона. Случай разрывных граничных значений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
10 - 11	Тема 6. Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка. Дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Классификация уравнений 2-го порядка со многими независимыми переменными. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.	Всего аудиторных часов		
		3	4	0
		Онлайн		
12 - 13	Тема 7. Преобразование Фурье для задач УМФ. Основные сведения о преобразовании Фурье. Примеры решения задач. Двумерное преобразование Фурье для задач УМФ. Примеры решения задач.	Всего аудиторных часов		
		3	2	0
		Онлайн		
13 - 14	Тема 8. Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Физическая интерпретация. Неоднородное уравнение. Устойчивость решений. Полуограниченная прямая и метод продолжений. Задача для ограниченного отрезка. Дисперсия волн.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
15 - 16	Тема 9. Задачи на бесконечной прямой для уравнения теплопроводности. Распространение тепла на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Краевые задачи для полуограниченной прямой.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Первый раздел	15	15	0
1 - 2	Тема 1. Общее уравнение теории специальных функций. Общее уравнение теории специальных функций. Поведение решений в окрестности $x = a$, если $k(a) = 0$. Постановка краевых задач.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

2 - 3	Тема 2. Цилиндрические функции. Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Функции полуцелого порядка. Асимптотический порядок цилиндрических функций. Краевые задачи для уравнения Бесселя. Различные типы цилиндрических функций. Функции Ханкеля. Функции Ханкеля и Неймана. Функции мнимого аргумента. Функция $K_s(x)$. Представление цилиндрических функций в виде контурных интегралов. Контурные интегралы. Функции Ханкеля. Некоторые свойства гамма-функции. Интегральное представление функции Бесселя. Интегральное представление $K_p(x)$. Асимптотические формулы для цилиндрических функций. Интеграл Фурье — Бесселя. Некоторые интегралы, содержащие функции Бесселя.	Всего аудиторных часов		
		4	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Тема 3. Полиномы Лежандра. Производящая функция и полиномы Лежандра. Рекуррентные формулы. Уравнение Лежандра. Ортогональность полиномов Лежандра. Норма полиномов Лежандра. 6. Нули полиномов Лежандра. Ограниченность полиномов Лежандра.	Всего аудиторных часов		
		3	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Тема 4. Присоединенные функции Лежандра. Присоединенные функции. Норма присоединенных функций. Полнота системы присоединенных функций.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Тема 5. Гармонические полиномы и сферические функции. Гармонические полиномы. Сферические функции. Ортогональность системы сферических функций. Замкнутость системы сферических функций. Разложение по сферическим функциям. Задача Дирихле для сферы. Проводящая сфера в поле точечного заряда. Поляризация шара в однородном поле. Собственные колебания сферы. Внешняя краевая задача для сферы.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	15	15	0
9 - 10	Тема 6. Основные и обобщенные функции Пространство основных функций D . Пространство обобщенных функций D' . Носитель обобщенной функции. Регулярные обобщенные функции. Сингулярные обобщенные функции. Формулы Сохоцкого. Линейная замена переменных в обобщенных функциях. Умножение обобщенных функций.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Тема 7. Дифференцирование обобщенных функций. Производные обобщенной функции. Свойства обобщенных производных. Первообразная обобщенной функции.	Всего аудиторных часов		
		3	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Тема 8. Свертка обобщенных функций. Прямое произведение обобщенных функций. Определение свертки обобщенных функций. Свойства свертки. Существование свертки. Уравнения в сверточной алгебре D'^+ . Регуляризация обобщенных функций.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Тема 9. Обобщенные функции медленного роста. Пространство основных функций S . Пространство	Всего аудиторных часов		
		4	5	0

	обобщенных функций медленного роста S' . Примеры обобщенных функций медленного роста. Структура обобщенных функций с точечным носителем. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста. Преобразование Фурье основных функций из S . Преобразование Фурье обобщенных функций из S' . Свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье обобщенных функций с компактным носителем. Преобразование Фурье свертки.	Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и семинаров, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания. Чтобы стимулировать творческий потенциал студентов, часть семинаров проводится в интерактивном режиме.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15

УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-4	З-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-5	З-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15

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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах

присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Отметим, что курс является теоретическим и для успешного освоения требуется знание лекционного материала и чтения рекомендованной литературы. На лекциях студенты не только знакомятся с теоретическими основами курса, но с их применением в современных исследованиях.

Помимо этого, существенная доля занятий проводится в интерактивной форме и предполагает активное обсуждение пройденного материала, групповой разбор и обсуждение ошибок, вопросов и затруднений, возникающих при подготовке домашних заданий.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов. При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контрольные работы

Рубежный контроль проводится на 8 и 16 неделе на 5 семестре и на 8 и 15 неделе на 6 семестре. Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Отметим, что курс является теоретическим и для успешного освоения требуется знание лекционного материала и чтения рекомендованной литературы. На лекциях студенты не только знакомятся с теоретическими основами курса, но с их применением в современных исследованиях.

Помимо этого, существенная доля занятий проводится в интерактивной форме и предполагает активное обсуждение пройденного материала, групповой разбор и обсуждение ошибок, вопросов и затруднений, возникающих при подготовке индивидуальных заданий.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия. На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контрольные работы

Рубежный контроль проводится на 8 и 16 неделе на 5 семестре и на 8 и 15 неделе на 6 семестре. Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Климанов Сергей Геннадиевич, к.ф.-м.н., доцент