

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки  
(специальность)

- [1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг  
[2] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
[3] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

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, экз./зач./КР/КП
5	3-4	108-144	32	32	0		8-44	Э
6	4	144	30	30	0		30-48	Э
Итого	7-8	252-288	62	62	0	0	38-92	

## АННОТАЦИЯ

В курсе "Уравнений математической физики" изучаются математические модели основных физических процессов- колебаний, теплопроводности, тепло-массообмена; устанавливается корректность постановок краевых и начально-краевых задач для различных типов уравнений в частных производных, описывающих то или иное физическое явление.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины "Уравнения математической физики" является создание фундамента для математического описания физических явлений, которое служит основой для создания новых технологических процессов.

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

Данная дисциплина относится к разделу математики «Математическая физика». Предметом математической физики является постановка математических задач, возникающих в физике при изучении явлений внешнего мира, и разработка методов их решения. Для освоения данной дисциплины необходимы знания следующих основных разделов Высшей математики: математического анализа, линейной алгебры, интегральных и дифференциальных уравнений, рядов Фурье, теории функций комплексного переменного; а также всех разделов общей физики. Освоение данной дисциплины необходимо для изучения теоретической физики, численных методов, а также для практики, связанной с математическим моделированием физических процессов, т.е. построением математической модели исследуемого явления и решением полученной задачи.

### 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 решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	З-ОПК-1 [2] – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; У-ОПК-1 [2] – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 [2] – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний.
УК-1 [2] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [2] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [2] – Уметь: применять методики поиска, сбора и

	<p>обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников</p> <p>В-УК-1 [2] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>
<p>УКЕ-1 [1, 2, 3] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах</p>	<p>З-УКЕ-1 [1, 2, 3] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 [1, 2, 3] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 [1, 2, 3] – 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</p>
<p>ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>З-ОПК-1 [1] – Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-ОПК-1 [1] – Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 [1] – Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов</p>
<p>УК-1 [1, 3] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>З-УК-1 [1, 3] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>У-УК-1 [1, 3] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>В-УК-1 [1, 3] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>

<p>ОПК-1 [3] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>З-ОПК-1 [3] – Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  У-ОПК-1 [3] – Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  В-ОПК-1 [3] – Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
<p>ОПК-2 [3] – Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>З-ОПК-2 [3] – Знать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач  У-ОПК-2 [3] – Уметь формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач  В-ОПК-2 [3] – Владеть навыками формулирования целей и задач исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач</p>

#### 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/ Практ. (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	Раздел 1	1-8	16/16/0	КР-7,БДЗ-8	25	КИ-8	
2	Раздел 2	9-16	16/16/0	БДЗ-16	25	КИ-16	

	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50		
	<i>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0	к.р-7, БДЗ-8	25	КИ-8	
2	Раздел 2	9-15	14/14/0	БДЗ-16	25	КИ-16	
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50		

\* – 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
БДЗ	Большое домашнее задание
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	16	16	0
1 - 8	<b>Постановки основных краевых задач и методы их решения для уравнений гиперболического и параболического типов.</b> Физические задачи, приводящие к уравнениям разных типов. Классические постановки краевых задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Примеры краевых задач для уравнения колебаний струны. Уравнение малых продольных колебаний упругого стержня. Примеры краевых задач. Физические задачи, приводящие к уравнениям разных типов. Классические постановки краевых задач. Уравнения теплопроводности и диффузии. Примеры краевых задач для уравнения теплопроводности. Телеграфные уравнения. Примеры краевых задач для телеграфных уравнений. Физические задачи, приводящие к уравнениям разных типов. Классические постановки краевых задач. Уравнения акустики. Одномерные акустические колебания газа в цилиндре с поршнем. Классификация квазилинейных уравнений второго порядка. Основные уравнения	Всего аудиторных часов		
		16	16	
		Онлайн		

	<p>математической физики. Типы краевых условий. Классические постановки краевых задач. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Пример решения краевой задачи на отрезке методом разделения переменных. Задача Штурма-Лиувилля. Определение и свойства собственных значений и собственных функций этой задачи. Теорема Стеклова. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Пространство функций <math>C^1</math>. Определение и свойства скалярного произведения и нормы. Ортогональный базис в пространстве <math>C^1</math>. Операторы в пространстве функций <math>C^1</math>. Необходимое и достаточное условие эрмитовости линейного оператора. Собственные функции и собственные значения линейного, эрмитового и положительного в пространстве <math>C^1</math> оператора. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Свойства оператора Штурма-Лиувилля. Свойства собственных значений и собственных функций оператора Штурма-Лиувилля. Ортогональная система собственных функций оператора Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова и её следствие. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Схема решения методом Фурье линейных краевых задач с однородным уравнением гиперболического или параболического типа и с однородным граничным условием. Схема решения методом Фурье линейных краевых задач с неоднородным уравнением гиперболического или параболического типа и с однородным граничным условием. Схема решения методом Фурье линейных краевых задач с неоднородным уравнением гиперболического или параболического типа и с неоднородным граничным условием. Введение в теорию обобщённых функций. Определение дельта-функции Дирака. Применение функции Дирака для описания плотностей сосредоточенных величин. Определение обобщённых функций, регулярной и сингулярной обобщённых функций. Сингулярность дельта-функции Дирака.</p>			
9-16	<b>Раздел 2</b>	16	16	0
9 - 16	<p><b>Постановки основных краевых задач и методы их решения для уравнений эллиптического типа.</b>  Введение в теорию обобщённых функций. Сходимости в пространстве обобщённых функций. Примеры последовательностей, сходящихся к дельта-функции. Действия над обобщёнными функциями. Дифференцирование обобщённых функций. Обобщённые производные гладких и кусочно-гладких функций. Введение в теорию обобщённых функций. Расширение области определения некоторых классов обобщённых функций. Многомерные обобщённые функции. Понятия классической и обобщённой постановок краевых задач. Метод функции Грина решения краевых задач. Метод</p>	Всего аудиторных часов	16	
		16	16	
		Онлайн		

	<p>функции Грина решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами на прямой. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами в трёхмерном (двумерном) пространстве.</p> <p>Метод функции Грина решения краевых задач. Решение первой и второй краевых задач для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами на полупрямой. Метод функции Грина решения краевых задач для уравнения эллиптического типа в ограниченной области.</p> <p>Метод функции Грина решения краевых задач. Метод функции Грина решения краевых задач для уравнения эллиптического типа в неограниченной области. Функции Грина краевых задач для уравнения Пуассона. Построение функции Грина задачи Дирихле методом изображений. Методы конформных отображений и интегральных преобразований. Связь аналитических функций с гармоническими. Инвариантность уравнения Лапласа относительно конформных отображений аналитическими функциями. Пример решения задачи Дирихле методом конформных отображений. Построение функции Грина задачи Дирихле методом конформных отображений. Методы конформных отображений и интегральных преобразований. Интегральное преобразование Лапласа. Формула обращения. Теорема разложения. Основные свойства интегрального преобразования Лапласа. Методы конформных отображений и интегральных преобразований. Интегральное преобразование Фурье. Лемма Жордана. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью интегральных преобразований Лапласа и Фурье.</p>			
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	16	16	0
1 - 8	<p><b>Многомерные краевые задачи.</b></p> <p>Постановки краевых задач для многомерных уравнений колебаний и уравнений тепло-массопереноса. Метод Фурье для этих задач и его обоснование. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Решение 1-ой и 2-ой краевых задач для волнового уравнения на полупрямой. Отражение волн на границе полупрямой.</p> <p>Гамма-функция и Бета-функция. Определение, непрерывность и аналитичность Г-функции. Аналитическое продолжение Г-функции с помощью соотношения <math>\Gamma(z+1)=z\Gamma(z)</math>. График Г-функции. Определение В-функции. Связь Г и В-функций. Функциональные свойства В и Г-функций. Классические ортогональные полиномы. Формула Родрига. Достаточное условие ортогональности полиномов</p>	Всего аудиторных часов		
		16	16	
		Онлайн		

	<p>гипергеометрического типа. Классические ортогональные полиномы. Классификация классических ортогональных полиномов. Полиномы Якоби, Лежандра и Чебышева. Полиномы Чебышева-Лагерра. Полиномы Эрмита. Классические ортогональные полиномы. Теорема о нулях классических ортогональных полиномов. Свойства чётности полиномов Якоби и полиномов Эрмита. Интегральное представление классических ортогональных полиномов. Производящая функция для системы классических ортогональных полиномов. Производящая функция для полиномов Лежандра. Рекуррентные формулы для классических ортогональных полиномов. Вывод рекуррентных формул для полиномов Лежандра. Полнота системы классических ортогональных полиномов. Теорема о разложимости функций в ряд Фурье по системе классических ортогональных полиномов. Квадрат нормы полиномов Лежандра.</p>									
9-15	<b>Раздел 2</b>	14	14	0						
9 - 15	<p><b>Метод Фурье с использованием специальных функций.</b>  Сферические функции. Определение сферических функций. Свойства сферических функций. Определение присоединённых функций Лежандра. Ортогональность и квадрат нормы присоединённых функций Лежандра. Фундаментальные сферические функции и их свойства. Общее решение уравнения Лапласа в виде ряда Фурье по системе фундаментальных сферических функций. Шаровые функции.  Цилиндрические функции. Уравнение для цилиндрических функций (уравнение Бесселя). Поиск решения уравнения Бесселя в виде обобщённого степенного ряда. Функция Бесселя. Сходимость степенного ряда для функции Бесселя. Линейная зависимость функций Бесселя. Функции Неймана и Ханкеля. Функциональные соотношения между цилиндрическими функциями. Асимптотические представления цилиндрических функций в окрестности точки нуль. Графики функций Бесселя и Неймана.  Цилиндрические функции. Модифицированные цилиндрические функции (цилиндрические функции мнимого аргумента), асимптотические представления, графики. Цилиндрические функции как собственные функции краевой задачи. Ортогональность и квадрат нормы цилиндрических функций. Рекуррентные формулы для цилиндрических функций.</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>14</td> <td>14</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Онлайн</td> </tr> </table>			14	14		Онлайн		
14	14									
Онлайн										

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

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>5 Семестр</i>
1 - 8	<p><b>Темы семинаров</b></p> <p>1 неделя. Постановка краевых задач для уравнения малых поперечных колебаний струны и уравнения малых продольных колебаний упругого стержня. 1 гл.2 №№ 1, 11, 13-15, 18, 20, 21, 23-26, 30, 32, 34, 37, 40 2 №№ 1.1-1.3, 1.8-1.14</p> <p>2 неделя. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности и диффузии. 1 гл.3 №№ 1-9, 12-14, 17 2 №№ 1.34-1.50</p> <p>3 неделя. Постановка краевых задач для системы телеграфных уравнений. 1 гл.2 №№ 19, 41-48 Тема. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных)</p> <p>4 неделя. Решение краевых задач на отрезке с однородным уравнением и однородными граничными условиями. 1 гл.2 №№ 83-86, гл.3 №№ 22, 25, 44 2 №№ 20.1-20.5, 20.40, 20.41</p> <p>5 неделя. Решение краевых задач на отрезке с неоднородным уравнением и однородными граничными условиями. 1 гл.2 №№ 126, 127, 132, 134, гл.3 №№ 34, 35 2 №№ 20.6-20.8</p> <p>6 неделя. Решение краевых задач на отрезке с неоднородными граничными условиями. 1 гл.2 №№ 128, 135, 136, 142, гл.3 №№ 23, 24, 26, 29, 33 2 №№ 20.9-20.12, 20.42-20.44</p> <p>7 неделя. Решение краевых задач для уравнения Лапласа в прямоугольной области. 1 гл.4 №№ 95-97, 101, 102 2 №№ 16.7-16.10</p> <p>8 неделя. Проверочная работа на тему «Постановка и решение методом разделения переменных краевой задачи на отрезке либо для уравнения колебаний, либо для уравнения теплопроводности, либо для системы телеграфных уравнений или краевой задачи для уравнения Лапласа в прямоугольной области». Приём первой половины ДЗ.</p>
9 - 16	<b>Темы семинаров</b>

	<p>9 неделя. Решение краевых задач для уравнения Лапласа в полярных координатах. 1 гл.4 №№ 65-70, 80 2 №№ 16.1-16.6</p> <p>10 неделя. Решение многомерных краевых задач. 1 гл.5 №№ 9-12, 14-20 2 №№ 20.47, 20.48</p> <p>11 неделя. Решение краевых задач для уравнений с разрывными коэффициентами. 1 гл.2 №№ 164-167, гл.3 №№ 49-50</p> <p>Тема. Метод функции Грина решения краевых задач</p> <p>12 неделя. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами. 3 №№ В1.1-В3.20</p> <p>13 неделя. Решение первой и второй краевых задач для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами на полупрямой. 3 №№ В6.1-В6.19</p> <p>14 неделя. Построение функции Грина задачи Дирихле. 3 №№ С1.1-С1.15</p> <p>15 неделя. Решение задачи Дирихле методом функции Грина. 3 №№ С5.1-С5.4, С6.1-С6.15</p> <p>16 неделя. Приём ДЗ.</p>
	<i>6 Семестр</i>
1 - 8	<p><b>Темы семинаров</b></p> <p>Тема. Метод характеристик решения краевых задач для линейных и квазилинейных уравнений</p> <p>1-2 недели. Метод характеристик решения задачи Коши для линейного и квазилинейного уравнений 1-го порядка. Вычисление момента «градиентной катастрофы». 3 №№ 8.130-8.179, 8.181-8.186</p> <p>3-4 недели. Метод характеристик решения задачи Коши и задачи Гурса для квазилинейного дифференциального уравнения 2-го порядка с двумя независимыми переменными. 2 №№ 12.7-12.19, 14.33-14.55</p> <p>5-6 недели. Метод характеристик (распространяющихся волн) решения краевых задач для одномерного волнового уравнения. 1 гл.2 №№ 52-84</p> <p>Тема. Сферические функции</p> <p>7-8 недели. Задачи, при решении которых используются полиномы Лежандра. 1 гл.4 №№ 134-136, 140, 142, 143 2 №№ 16.13-16.19</p>
9 - 15	<p><b>Темы семинаров</b></p> <p>9-10 недели. Задачи, при решении которых используются</p>

<p>присоединённые функции Лежандра, сферические функции.  2 №№ 16.20-16.26  Тема. Цилиндрические функции  11-12 недели. Цилиндрические функции как собственные функции краевой задачи. Ортогональность и квадрат нормы цилиндрических функций. Рекуррентные формулы для цилиндрических функций.  1 гл.4 №№ 106, 107, 111-115, 119, гл.5 №№ 27-32, 36, 39, 40, 43-45  2 №№ 20.20, 20.49  13-14 недели. Модифицированные цилиндрические функции (цилиндрические функции мнимого аргумента).  1 гл.4 №№ 108, 110, 116, гл.7 №№ 1-4, 10, 11</p> <p>15 неделя. Приём ДЗ.</p>
---

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Уравнения математической физики» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий они проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса и приема домашнего задания широко используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, а так же выполнение домашнего задания. Предполагается использование современных образовательных технологий: компьютерная рассылка домашних и зачётных заданий с использованием программы дистанционного обучения НИЯУ МИФИ, в которой также предлагается курс лекций и разбор опорных практических заданий.

## 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
-------------	---------------------

### 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	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			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С 54 Задачи и упражнения по уравнениям математической физики : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012

2. ЭИ И 15 Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 517 Г71 Уравнения математической физики в примерах и задачах Ч. 1 , , : МИФИ, 2008
2. 517 Г71 Уравнения математической физики в примерах и задачах Ч. 2 , , : МИФИ, 2008
3. 519 С17 Задачи и упражнения по численным методам : , А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская , Москва: Либроком, 2009
4. 519 С17 Введение в численные методы : Учеб. пособие для вузов, А.А. Самарский, М.: Наука, 1987
5. 517 С17 Численные методы решения обратных задач математической физики : , А.А.Самарский, П.Н.Вабищевич, Москва: УРСС, 2004
6. 621.039 В57 Физика ядерных реакторов : Практические задачи по их эксплуатации, В. И. Владимиров, Москва: Либроком, 2009
7. 517 В57 Уравнения математической физики : , Владимиров В.С., М.: Наука, 1981
8. 621.3 Ш18 Определение мест повреждения линий электропередачи импульсными методами : , Г.М. Шалыт, М.: Энергия, 1968
9. 517 Т46 Уравнения математической физики : Учеб. пособие для вузов, Тихонов А.Н., Самарский А.А., Москва: МГУ; Наука, 2004

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Рекомендуется посещать лекции по аналитической геометрии, так как материал лекции ближе всего соответствует программе курса «Уравнения математической физики», предназначенного для МИФИ.

Перед следующей лекцией необходимо проработать материал предыдущей лекции.

Рекомендуется также обязательно посещать семинарские занятия. Студентам следует готовиться к следующему семинару, изучая теорию по лекциям.

Необходимо также выполнять все домашние задания, для приобретения навыка решения задач.

При самостоятельной работе студентов и подготовке к зачету и экзамену рекомендуем пользоваться дополнительной литературой.

Автор(ы):

Соловьев Вячеслав Викторович, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., профессор Горюнов А.Ф.