

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг

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
5	4	144	32	32	0	26	0	Э
6	4	144	30	30	0	30-48	0	Э
Итого	8	288	62	62	0	56-74	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе 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 является создание фундамента для математического описания физических явлений, которое служит основой для создания новых технологических процессов.

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

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 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	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 У-ОПК-1 [1] – Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [1] – Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общепрофессиональных

	законов и принципов
УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>У-УК-1 [1] – 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] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>
УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 [1] – 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] – 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>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку

		<p>групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	---

## 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>5 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	к.р-8	У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1,

							В-УКЕ-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1
2	Раздел 2	9-16	16/16/0		25	к.р-16	3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1, У-УК-1,

							В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1
	<i>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	к.р-8	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1
2	Раздел 2	9-15	14/14/0		25	к.р-15	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-

							УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 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:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	16	16	0

1 - 8	<p><b>Постановки основных краевых задач и методы их решения для уравнений гиперболического и параболического типов.</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 математической физики. Типы краевых условий.</p> <p>Классические постановки краевых задач.</p> <p>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.</p> <p>Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Пространство функций <math>C^k</math>. Определение и свойства скалярного произведения и нормы.</p> <p>Ортогональный базис в пространстве <math>C^k</math>. Операторы в пространстве функций <math>C^k</math>. Необходимое и достаточное условие эрмитовости линейного оператора. Собственные функции и собственные значения линейного, эрмитового и положительного в пространстве <math>C^k</math> оператора.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Введение в теорию обобщённых функций. Определение</p>	Всего аудиторных часов			
		16	16	0	
		Онлайн			0



	дельта-функции Дирака. Применение функции Дирака для описания плотностей сосредоточенных величин. Определение обобщённых функций, регулярной и сингулярной обобщённых функций. Сингулярность дельта-функции Дирака.				
9-16	<b>Раздел 2</b>	16	16	0	
9 - 16	<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 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. 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. 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.	Всего аудиторных часов			
		16	16	0	
		Онлайн			0

	<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>  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.  Гамма-функция и Бета-функция. Определение, непрерывность и аналитичность <math>\Gamma</math>-функции.  Аналитическое продолжение <math>\Gamma</math>-функции с помощью соотношения <math>\Gamma(z+1)=z\Gamma(z)</math>. График <math>\Gamma</math>-функции.  Определение В-функции. Связь <math>\Gamma</math> и В-функций.  Функциональные свойства В и <math>\Gamma</math>-функций.  Классические ортогональные полиномы. Формула Родрига.  Достаточное условие ортогональности полиномов 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>	Всего аудиторных часов		
		16	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<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</p>	Всего аудиторных часов		
		14	14	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>соотношения между цилиндрическими функциями. Асимптотические представления цилиндрических функций в окрестности точки нуль. Графики функций Бесселя и Неймана.</p> <p>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>			
--	--	--	--	--

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>Постановка краевых задач и их решение.</b></p> <p>Постановка краевых задач для уравнения малых поперечных колебаний струны и уравнения малых продольных колебаний упругого стержня.</p> <p>Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности и диффузии. Постановка краевых задач для системы телеграфных уравнений.</p> <p>Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Решение краевых задач на отрезке с однородным уравнением и однородными граничными условиями. Решение краевых задач на отрезке с неоднородным уравнением и однородными граничными условиями.</p> <p>Решение краевых задач на отрезке с неоднородными граничными условиями. Решение краевых задач для уравнения Лапласа в прямоугольной области.</p> <p>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.</p>

9 - 16	<p><b>Функция Грина и ее приложения</b>  Решение краевых задач для уравнения Лапласа в полярных координатах. Решение многомерных краевых задач. Решение краевых задач для уравнений с разрывными коэффициентами. Метод функции Грина решения краевых задач. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами. Решение первой и второй краевых задач для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами на полупрямой. Построение функции Грина задачи Дирихле. Решение задачи Дирихле методом функции Грина.</p>
	6 Семестр
1 - 8	<p><b>Многомерные краевые задачи.</b>  Тема. Метод характеристик решения краевых задач для линейных и квазилинейных уравнений  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  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  5-6 недели. Метод характеристик (распространяющихся волн) решения краевых задач для одномерного волнового уравнения.  1 гл.2 №№ 52-84  Тема. Сферические функции  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>Метод Фурье с использованием специальных функций.</b>  9-10 недели. Задачи, при решении которых используются 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  15 неделя. Приём ДЗ.</p>

--	--

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Предполагается использование современных информационных технологий: компьютерная рассылка заданий, лекций и разбор опорных практических задач.

## 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, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	У-ОПК-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	В-ОПК-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
УК-1	З-УК-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	У-УК-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	В-УК-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	У-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-15
	В-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-16	Э, к.р-8, к.р-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-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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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 – «неудовлетворительно»	Ф	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 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

#### 1.1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы практических занятий следуют за темами лекций. Чтобы хорошо подготовиться к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, проработать лекционный материал. Все непонятные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале практического занятия.

На семинарах, как правило, рассматриваются вопросы и задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Во время семинарских занятий учат правильно ставить и решать задачи, а также анализировать их решения. По теме, пройденной на семинаре, даются задачи для самостоятельного решения. Усвоение темы во многом зависит от осмысленного выполнения и вдумчивого решения заданных задач. Нерешенные дома задачи разбираются преподавателем на следующем семинаре.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами. Прежде всего необходимо хорошо вникнуть в суть задачи, записать кратко ее условие. Если позволяет характер задачи, обязательно сделать рисунок, поясняющий ее сущность. За редким

исключением, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде, т.е. в буквенных обозначениях.

Решение задачи принесет наибольшую пользу только в том случае, когда обучающийся решит ее самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Следует иметь в виду, что решающую роль в работе над поставленными задачами, как и вообще в науке, играют сила воли и трудолюбие.

## 1.2. Методические рекомендации для усвоения теоретического курса

Для успешного усвоения курса аналитической геометрии на первом курсе необходимо придерживаться определенной методики. Основное условие успеха – систематические занятия. Почти бесполезно только читать любой учебник, его необходимо конспектировать, т.е. записывать самое главное из того, что прочитано (записывать нужно свои мысли, а не переписывать текст учебника). Все, что осталось непонятным, нужно на ближайшем занятии (лекция, семинар) спросить у преподавателя, после чего записать самое главное из вновь понятого, а об оставшемся неясным (так бывает) переспросить.

После того, как вы научились давать определения, формулировать аксиомы, леммы и теоремы (математически правильно и грамматически верно), можно считать изучение данного раздела законченным. Ничего, включая важнейшие выводы, определения и формулировки, не надо учить наизусть, тем более доказательства разных утверждений. При необходимости понятый и закрепленный материал вы сможете легко вспомнить. Прорабатывая материал, полезно пользоваться разными учебниками. При подготовке вам достаточно будет собственного конспекта.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

## 1. Основные принципы обучения математическим дисциплинам

1.1. Основная цель обучения – научить студентов логически мыслить; познакомить с аксиомами в математике и методами доказательства различного рода утверждений; научить применять полученные теоретические знания к решению математических и физических задач.

1.2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Необходимо развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. Преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени: входить в аудиторию со звонком, заканчивать занятия также со звонком, даже если для этого придется прерваться на полуслове. После финишного звонка начинается личное время студента, посягать на которое преподаватель не имеет права.

1.3. Обучение не должно быть пассивным. Выписав задание на доске, преподаватель должен интересоваться, как у студентов продвигается решение поставленных задач, и, при необходимости, организовать разбор наиболее трудных из них. Одно из важнейших условий успешного обучения – суметь организовать работу студентов.

1.4. Необходимо строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание. Нужно непримиримо бороться с «зубрежкой».



1.5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов надо использовать поощрение, похвалу, одобрение, но не порицание (порицание может применяться лишь в исключительных случаях).

1.6. Преподаватель должен быть для студентов доступным. Не старайтесь выглядеть всезнающим и непогрешимым, не стыдитесь признаваться в ошибках или незнании чего-либо. Это не уронит, а, напротив, упрочит ваш авторитет.

1.7. Необходим регулярный контроль за работой студентов. Правильно построенный, он помогает им организовать занятия, а преподавателю – оказать студенту в нужный момент необходимую помощь.

## 2. Методические рекомендации преподавателям, читающим лекции

2.1. При чтении лекций необходимо придерживаться календарного плана, разработанного на кафедре по данной дисциплине (см. Рабочую программу учебной дисциплины).

2.2. Проводить коррекцию плана семинарских занятий по читаемому курсу, чтобы те преподаватели, которые ведут практические занятия в группах данного потока знали, какие темы прочитаны, а какие еще нет. Лектор должен отслеживать ход проведения практических занятий по данной дисциплине.

2.3. Курировать работу молодых преподавателей, ведущих практические занятия по данной дисциплине. При необходимости оказывать методическую помощь нуждающимся при проведении сложных тем.

2.4. Необходимо проводить консультации по прочитанному материалу с разъяснением трудно воспринимаемых разделов.

## 3. Методические рекомендации преподавателям, читающим лекции впервые

3.1. Процесс подготовки лекции состоит в следующем. Необходимо сразу после прочтения очередной лекции начинать готовиться к следующей. Составить план лекции, в котором указать, какие вопросы и в какой последовательности будут излагаться.

Подготовить конспект лекции, а затем попытаться, не заглядывая в учебник или конспект, проделать необходимые выкладки. Затем за 1-2 дня до лекции вам надо повторить этот процесс. Если вам удастся записать читаемый материал без каких-либо затруднений, можете быть уверенными, что во время лекции вы не собьетесь.

3.2. Лекции должны быть эмоционально окрашенными. Необходимо увлекать слушателей своей эрудицией. Читая лекцию, нужно стремиться будить мысль, рассуждать вслух, вовлекая в этот процесс студентов. Когда бывает возможно, предлагать студентам сообразить, каким может быть искомый результат. Надо стараться подчеркивать логику рассуждений при доказательствах тех или иных утверждений, приучая студентов к логическому мышлению.

3.3. Желательно придерживаться следующей техники чтения лекции. В начале лекции надо напомнить, что было в предыдущий раз, затем дать краткий обзор для ориентировки, т.е. о чем пойдет речь в предстоящей лекции. Читая лекцию, нужно все время заботиться о том, чтобы вас понимали.

Говорить громко, внятно, разборчиво. Писать крупно, аккуратно и четко. Не надо бегать перед доской, мельтешить перед студентами – это мешает слушателям сосредоточиться. Вместе с тем, не следует уподобляться истукану.

3.4. Необходимо понимать самому и разъяснить это студентам, что в учебнике и в лекции могут рассматриваться одни и те же вопросы, но в разных ракурсах и различными выразительными средствами. В отличие от учебника в лекции используются жесты, мимика, большая свобода и выразительность речи. Можно сказать, что лекция и учебник не дублируют, а дополняют друг друга.

#### 4. Методические рекомендации преподавателям, ведущим практические занятия

4.1. Очень важно добиться того, чтобы с самого начала сложились правильные взаимоотношения между преподавателем и студентами. Со стороны преподавателя характер отношения к студентам определяется словами: доброжелательная требовательность. Со стороны студентов желательно, чтобы они относились к преподавателю с доверием и искренностью, не пытались обманывать.

4.2. Основная и очень трудная задача – добиться того, чтобы студент регулярно и интенсивно работал над теорией и домашними заданиями. Студенты должны быть приучены к этому с первого дня, чтобы это казалось им естественным, само собой разумеющимся.

4.3. В начале занятия надо проводить опрос, чтобы понять, насколько трудным оно было для студентов и как они усвоили предыдущий материал. При необходимости нужно разобрать наиболее трудные задачи на доске.

4.4. При проведении семинарских занятий необходимо придерживаться плана практических занятий по данной дисциплине (см. Фонд оценочных средств по данной дисциплине и соответствующему направлению).

4.5. Необходимо вовлекать студентов в активную работу на семинаре, вызывая к доске поочередно каждого студента. Это мобилизует их для изучения рассматриваемого материала.

4.6. Каждый преподаватель должен согласовывать с лектором дату проведения и тематику контрольных мероприятий. Результаты этих мероприятий должны быть объявлены студентам, а также показаны им их работы и объяснены те ошибки, которые они допустили.

4.7. Каждый преподаватель обязан своевременно подавать сведения о посещаемости практических занятий и о результатах проводимого контроля знаний.

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., профессор Горюнов А.Ф.