

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № УМС-575/01-1

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 09.03.04 Программная инженерия

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	3	108	32	32	0		44	0	3
Итого	3	108	32	32	0	0	44	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, а также задача Коши. Для решения этих задач используются метод Фурье, метод функции Грина, метод потенциалов и др.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Уравнения математической физики» 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

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
--------------------------------	--

ОПК-1 [1] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	компетенции З-ОПК-1 [1] – Знать основные объекты дискретной математики и методы их описания и исследований; проблемы алгоритмической разрешимости задач и эффективной вычислимости чисел. У-ОПК-1 [1] – Уметь решать основные задачи математической логики; однозначно задавать объекты дискретной математики, приводить их к стандартным формам, выполнять эквивалентные преобразования; определять сложности алгоритмов, применение прямых и косвенных доказательств теорем, определение принадлежности функций к соответствующим классам В-ОПК-1 [1] – Владеть методами математической логики для решения задач формализации, анализа и синтеза логических схем, для нахождения инвариантов циклических и условных конструкций в информатике, для выполнения эквивалентных преобразований; методами применения логического подхода к решению сложных задач с помощью их декомпозиции.
ОПК-2 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 [1] – Знает принципы работы современных информационных технологий У-ОПК-2 [1] – Умеет использовать программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеет программными средствами, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования 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 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
--	---

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 (B22)	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 групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 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.
--	--	--------------------------

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			25	БДЗ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Второй раздел	9-16			25	БДЗ-16	3-

							ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 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:

Обозначение	Полное наименование
БДЗ	Большое домашнее задание
З	Зачет

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	
1 - 3	Тема 1. Вывод основных уравнений математической физики. 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. Уравнения теплопроводности и диффузии. Примеры краевых задач для уравнения теплопроводности. Телеграфные уравнения. Примеры краевых задач для телеграфных уравнений. Уравнения акустики. Одномерные акустические колебания газа в цилиндре с поршнем. Классификация квазилинейных уравнений второго порядка. Типы краевых условий. Постановки краевых задач.	Всего аудиторных часов		
		6	6	
		Онлайн		
4 - 8	Тема 2. Метод Фурье решения краевых задач (метод разделения переменных). Пример решения краевой задачи на отрезке методом разделения переменных. Пространство функций $L_2(G, \rho)$. Определение и свойства скалярного произведения и нормы. Ортогональный базис в	Всего аудиторных часов		
		10	10	
		Онлайн		

	пространстве $L_2(G, \rho)$. Операторы в пространстве функций $L_2(G, \rho)$. Необходимое и достаточное условие эрмитовости линейного оператора. Собственные функции и собственные значения линейного, эрмитового и положительного в пространстве оператора $L_2(G, 1)$. 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. Собственные значения одномерной краевой задачи Штурма-Лиувилля. 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.			
9-16	Второй раздел	16	16	
9 - 10	Тема 3. 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. Сходимость в пространстве обобщённых функций. Примеры последовательностей, сходящихся к дельта-функции. Действия над обобщёнными функциями. Дифференцирование обобщённых функций. Обобщённые производные гладких и кусочно-гладких функций. Расширение области определения некоторых классов обобщённых функций. Многомерные обобщённые функции. Понятия классической и обобщённой постановок краевых задач.	Всего аудиторных часов		
		4	4	
		Онлайн		
11 - 14	Тема 4. Метод функции Грина решения краевых задач. Метод функции Грина решения задачи Коши для линейного обыкновенного дифференциального уравнения. 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. 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 для уравнения эллиптического типа в неограниченной области. Функции Грина краевых задач для уравнения Пуассона. Построение функции Грина задачи Дирихле методом	Всего аудиторных часов		
		6	6	
		Онлайн		

	изображений.			
15 - 16	Тема 5. 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. Интегральное преобразование Лапласа. Формула обращения. Теорема разложения. Основные свойства интегрального преобразования Лапласа. Интегральное преобразование Фурье. Лема Жордана. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью интегральных преобразований Лапласа и Фурье.	Всего аудиторных часов		
		6	6	
		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

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.

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)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-ОПК-1	З, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-ОПК-1	З, БДЗ-8, БДЗ-16
ОПК-2	З-ОПК-2	З, БДЗ-8, БДЗ-16

	У-ОПК-2	3, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-ОПК-2	3, БДЗ-8, БДЗ-16
УК-1	З-УК-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-УК-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-УК-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16
УКЕ-1	З-УКЕ-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16
	У-УКЕ-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16
	В-УКЕ-1	3, БДЗ-8, БДЗ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

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

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:

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. Защита большого домашнего задания

Для аттестации разделов (т.е. допуска к экзамену) студенты должны выполнить и защитить большое домашнее задание (бдз). Бдз выдается в каждом семестре и состоит из 10 задач. При защите большого домашнего задания за каждую защищенную студентом задачу выставляется 5 баллов. Задача считается защищенной, если она верно поставлена и решена, а студент ответил на все без исключения вопросы экзаменатора по этой задаче. Для аттестации каждого раздела студент должен защитить не менее трех задач (15 баллов). Максимальное число баллов за раздел (25 баллов) студент получает в случае защиты всех пяти задач, соответствующих этому разделу.

При оформлении бдз следует помнить, что каждая задача начинается с математической (а не словесной) постановки. При отсутствии таковой задача даже не будет рассматриваться.

Если в ходе решения задача расщепляется на несколько вспомогательных задач, для каждой из таких задач необходимо выписать полную математическую постановку.

Каждая задача должна быть доведена до ответа, причем все интегралы должны быть вычислены. Если хотя бы один интеграл не взят, задача не засчитывается.

Ответ, который вы получите в ходе решения, может и не совпадать с ответом, приведенным в задачнике. Во-первых, в задачниках встречаются опечатки, во-вторых, учебные задачи могут быть решены различными способами. Разные способы решения могут приводить к разным представлениям решения несмотря на то, что это будет одна и та же функция. Особенно заметен этот эффект при получении решений методом Фурье в случае неоднородных задач.

Затягивать с решением задач до конца семестра не следует. Большим заданием бдз называется не потому, что задач много, а потому, что большинство задач требует сложных продолжительных вычислений. За одну неделю самостоятельно сделать бдз из десятка задач могут лишь несколько лучших студентов с потока, в вашей группе таких может и не оказаться.

Защита бдз для большинства студентов – мероприятие не на один и не на два дня. С первого раза защитить бдз может лишь часть упомянутых суперстудентов с потока. Поэтому для того, чтобы защитить бдз до начала экзаменов, необходимо сделать не менее 70-80 процентов задач к первой защите. И, разумеется, не пропускать ни одной защиты, поскольку их число ограничено. Вдобавок, задачи легче всего защищать на первых попытках, т.е. до конца зачетной недели. Причина проста – пока защищается много студентов, вы имеете неплохой шанс быстро выяснить тонкости вашей конкретной задачи у тех, кто уже защитил что-то подобное. После окончания зачетной недели обычно спрашивать уже не у кого, либо на это нужно много времени. Помните, что защитить бдз во время экзаменационной сессии удастся немногим, а во время пересдач экзаменов – так и вовсе единицам.

При решении задач в течение семестра не стесняйтесь спрашивать преподавателя, если вам что-то непонятно. Главное здесь – четко сформулировать интересующую вас проблему. Если преподаватель вам не ответил, спросите еще раз. С третьего раза уж что-нибудь точно ответит, никуда не денется.

2. Посещение лекций и семинаров

Возможно, в природе и существуют студенты, способные сдать курс, не посетив при этом ни одного занятия. Но это уж точно не вы. Так что ходить и работать придется. Причем просто ходить и ничего не делать – совершенно бессмысленно, поскольку за посещения пока еще в МИФИ оценки редко ставят. Раз уж пришли – работайте, задавайте вопросы преподавателям, они это любят.

3. Работа на лекциях

При записи лекций обязательно записывайте то, что говорит (и не пишет) преподаватель – все эти замечания, оговорки, дополнительные соображения и так далее. Помните, что на экзамене вас могут (и будут) гонять по всему курсу, а вовсе не только по экзаменационным вопросам. Знание только экзаменационных вопросов вам даже тройки не гарантирует, основная сложность экзаменов – именно вот в этих дополнительных вопросах.

Если на лекциях преподаватель дает упражнения – старайтесь их сделать в тот же день. Иначе забудете, в каком контексте они возникали. А вот такие вот упражнения – очень хороший дополнительный вопрос на экзамене.

4. Работа на семинарах

Математическая физика – предмет очень сложный. Если вы думаете, что просто переписав с доски решение какой-нибудь задачи вы немедленно научитесь ее решать, то вы заблуждаетесь. Поэтому повторяйте материал семинаров дома, проделывая все выкладки. Особенно те, которые преподаватель не выписывал на доске, ошибочно считая их очевидными. Если что-то не получается, формируйте список проблем. А дальше – см. последний абзац раздела «Защита большого домашнего задания».

Помните, что почти все семинары – уникальны. Всевозможных методов и тонкостей их применения в математической физике столько, что разбирать одни и те же задачи на протяжении нескольких семинаров у преподавателей просто нет возможности. Поэтому пропуск даже одного – двух семинаров довольно заметно сказывается на вашем понимании математической физики (и не в лучшую сторону).

5. Решение задач во внеаудиторное время

При решении задач по математической физике в домашних условиях большую помощь могут оказать задачки, если вы научитесь правильно их использовать. Особенно ценен в этом отношении задачник под номером 4 из списка литературы. Его непомерная толщина объясняется вовсе не большим количеством задач, а очень подробными ответами, включающими иногда вообще все необходимые выкладки. Поэтому если что-то непонятно, а спросить не у кого, – ищите похожие задачи в задачниках. Почти наверняка что-нибудь найдете не в одном, так в другом. Кое-какие задачи можно найти и в учебниках, но их там гораздо меньше.

6. Экзамен

Следует помнить, что экзамен – устный. Так что если вы удачно списали вопросы билета, но сказать ничего внятного не можете, будет вам неуд. По крайней мере прочитайте, что списали, и попробуйте разобраться. Помните, что самые частые вопросы на экзамене такие: а что это за буква; а как из этой строчки следует та, что пониже; а что у вас вот этот символ обозначает; ну и тому подобное.

При ответе на вопросы билета у вас должны присутствовать оба вопроса. Если вы блестяще ответили на один вопрос, но ничего не знаете по второму – будет вам неуд., причем без всяких дополнительных вопросов. Поэтому всегда начинайте с самого простого вопроса. Если хоть что-нибудь можете выдать по обоим вопросам – у вас есть неплохой шанс избежать пересдачи.

Не следует думать, что на экзамен выносятся только теория. Экзамен сдается по всему курсу, так что какие-то сравнительно простые задачи (на которые, по ошибочному мнению преподавателя, нужно буквально пять минут) обязательно достанутся именно вам. Особенно часто в качестве таких вопросов выступает постановка задач, так что учитесь их ставить. Не стесняйтесь прибегать к помощи здравого смысла и физических аналогий при ответе на дополнительные вопросы. Иногда ничего другого от вас и не требуется.

Отвечать на вопросы преподавателя следует бодро и с уверенным видом, даже если вы несете полную ахинею. Всегда есть шанс, что вас слушают невнимательно. Выражений типа «по-моему», «мне кажется», «я точно не помню» и т.д. не следует употреблять ни в коем случае.

Не торопитесь с ответом на вопрос преподавателя. Подумайте хотя бы несколько секунд. Не каждый преподаватель даст вам шанс исправить допущенную ошибку.

Ну и самое главное – к экзамену следует готовиться. Не пренебрегайте этим правилом.

7. 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 «Уравнения математической физики» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине «Уравнения математической физики» используются

- Большого домашнего задания

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 как на 5, так и на 6 семестрах.

При защите большого домашнего задания за каждую защищенную студентом задачу выставляется 5 баллов. Задача считается защищенной, если она верно поставлена и решена, а студент ответил на все без исключения вопросы экзаменатора по этой задаче. Для аттестации каждого раздела студент должен защитить не менее трех задач (15 баллов). Максимальное число баллов за раздел (25 баллов) студент получает в случае защиты всех пяти задач, соответствующих этому разделу.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение семинарских занятий, осенний семестр

Начинать практические занятия следует с постановки задач математической физики. Постановке задач необходимо уделить не менее трех семинаров, больше – лучше. На практических занятиях должны быть разобраны постановки смешанных краевых задач для уравнения малых поперечных колебаний струны, малых продольных колебаний стержня, одномерного уравнения теплопроводности и диффузии, а также задач с телеграфными уравнениями. При наличии времени можно также уделить внимание задачам для уравнений Лапласа и Пуассона: задачам электро- и магнитостатики, задачам определения стационарной температуры и др.

Не менее трети семинаров за весь семестр следует уделить решению задач методом Фурье для уравнений гиперболического и параболического типов. Два – три занятия следует выделить на решение однородных задач, остальное – решение неоднородных задач. Обязательно должны быть разобраны задачи с краевыми условиями первого, второго и третьего типов. Также необходимо продемонстрировать студентам решение задач, в которых собственные функции задачи Штурма – Лиувилля ортогональны с некоторым весом. При разборе неоднородных задач следует продемонстрировать как метод Дюамеля для неоднородных уравнений (разложение по собственным функциям однородной задачи), так и устранение неоднородностей при помощи расщепления исходной задачи на несколько вспомогательных задач. При наличии времени можно также продемонстрировать решение задач методом Фурье в многомерном случае.

Не менее двух семинаров должно быть уделено решению задач для уравнения теплопроводности методом функции Грина. Следует продемонстрировать как решение задачи Коши, так и решение первой и второй смешанных краевых задач на полупрямой. Также следует разобрать несколько многомерных задач.

Не менее двух семинаров должно быть уделено решению задач для волнового уравнения методом характеристик (методом бегущих волн). Необходимо продемонстрировать решение задачи Коши при помощи формулы Д'Аламбера, а также решение задач на полупрямой. Полезно показать, как методом характеристик решаются задачи с краевым условием, не относящимся к одному из трех стандартных типов.

При наличии времени в конце семестра можно также разобрать задачи на приведение уравнений к каноническому типу, а также решение задачи Коши для неоднородных уравнений гиперболического типа.

2. Проведение семинарских занятий, весенний семестр

Начинать семестр следует с повторения метода Фурье, но уже для задач с уравнением Лапласа или Пуассона. Обязательно нужно уделить один семинар решению задач для этих уравнений на плоскости.

Два – три семинара должны быть выделены на решение задачи Дирихле для уравнений Лапласа и Пуассона. Студенты должны научиться строить функцию Грина методом электростатических изображений, а также использовать функцию Грина при решении краевых задач.

Два – три занятия должно быть выделено на решение задач с использованием потенциалов. Необходимо продемонстрировать способы вычисления всех трех потенциалов как исходя из определения (т.е. вычислением соответствующих интегралов), так и исходя из свойств потенциалов (путем сведения к решению соответствующих краевых задач). Студенты также должны научиться решать краевые задачи методом потенциалов. Для решения возникающих при этом интегральных уравнений целесообразно напомнить простейшие способы их решения: решение интегральных уравнений с вырожденным ядром и метод последовательных приближений. При наличии времени можно также продемонстрировать решение задач, в которых требуется определить плотность заряда, индуцированного внешним полем на замкнутой проводящей поверхности.

Не менее трех семинаров должно быть использовано для решения краевых задач методом Фурье с использованием цилиндрических функций. В число разбираемых задач обязательно должны быть включены задачи с неоднородным уравнением и (или) неоднородными граничными условиями. При наличии времени также полезно разобрать задачи с модифицированными цилиндрическими функциями.

Два – три семинара следует выделить на решение краевых задач методом Фурье с использованием полиномов Лежандра и сферических функций. Среди прочего необходимо разобрать задачи, в которых используется производящая функция для полиномов Лежандра.

При наличии времени можно также продемонстрировать решение краевых задач, в которых одновременно появляются цилиндрические и сферические функции, а также задач, где появляются полиномы Лагерра или Эрмита. Однако следует помнить, что такие задачи весьма сложны и могут быть восприняты лишь наиболее подготовленными студентами.

3. Защита большого домашнего задания

Для допуска к экзамену студенты должны выполнить и защитить большое домашнее задание (бдз). Бдз выдается в каждом семестре. Как правило, используются два основных способа выдачи и защиты бдз.

Первый способ. На каждом семинаре студентам выдается не менее одной задачи в качестве домашнего задания (для всех студентов – одни и те же задачи). На следующем семинаре студенты должны дать отчет о выполнении этого задания. Периодически на семинарах следует устраивать самостоятельные работы в виде решения простых задач и задач средней сложности. К концу семестра у части студентов накапливается долг в виде несделанных домашних задач и нерешенных самостоятельных работ. Защита бдз заключается в устранении этого долга. Технически это выглядит как стандартный зачет: за ограниченное время студентам предлагается решить ряд задач, не пользуясь никакими источниками. При этом каждый раз студентам предлагаются разные задачи, условие которых они узнают только во время защиты бдз. Бдз считается защищенным, когда все долги оказываются закрыты. Для защиты такого рода следует подбирать простые задачи и задачи средней сложности.

Второй способ. Каждому студенту за семестр предлагается решить фиксированный набор задач (для каждого студента – свой). Целесообразно давать от шести до десяти задач, охватывающих все разделы курса. Полезно включить в этот список в том числе и задачи повышенной сложности. Защита бдз проходит в форме собеседования, при этом студент должен ответить на все возникающие у преподавателя вопросы, касающиеся хода решения конкретной задачи. Бдз считается защищенным, когда студент полностью ответил на все вопросы по всем без исключения задачам. Во время защиты можно разрешить студентам пользоваться любыми источниками. Количество попыток защитить одну и ту же задачу ограничивать не следует.

Разумеется, можно комбинировать оба этих способа.

В настоящее время за основу взят второй способ защиты бдз. Бдз выдается в каждом семестре и состоит из 10 задач. При защите большого домашнего задания за каждую защищенную студентом задачу выставляется 5 баллов. Задача считается защищенной, если она верно поставлена и решена, а студент ответил на все без исключения вопросы экзаменатора по этой задаче. Для аттестации каждого раздела студент должен защитить не менее трех задач (15 баллов). Максимальное число баллов за раздел (25 баллов) студент получает в случае защиты всех пяти задач, соответствующих этому разделу.

При разумном подборе задач для бдз и более – менее вменяемых студентах от половины до двух третей группы, как правило, защищает бдз до окончания зачетной недели. Для того, чтобы максимизировать число студентов, допущенных к экзамену, необходимо предоставить группе четыре – пять попыток защиты (по два – три часа, причем – не академических) до начала экзаменационной сессии. В течение экзаменационной сессии также следует предусмотреть несколько попыток защиты бдз для неуспевающих студентов.

4. Проведение экзаменов

При проведении экзамена необходимо соблюдать все формальности: выделять не менее одного академического часа на подготовку ответов по билетам, требовать от студентов заполнения шапок всех использованных ими экзаменационных листов, проставлять оценки и подписи не только в зачетку, но и на экзаменационный лист, а также не выбрасывать экзаменационные листы, поскольку они должны храниться на кафедре в течение года.

В качестве дополнительных вопросов лучше всего использовать вопросы, не требующие сколько-нибудь сложных вычислений. Особенно хороши в этом плане вопросы на рисование

всевозможных графиков, а также постановка задач математической физики. Дополнительные вопросы буквально по билетам задавать большого смысла не имеет, т.к. это будет лишь проверкой способности к зубрежке материала, а не способности находить решение в сложной ситуации.

Следует помнить, что экзамен – это не только отчетное мероприятие, но и одна из необходимых форм образовательного процесса (ничуть не менее важная и самоценная, чем лекции или семинары). Поэтому не следует при выставлении оценок за экзамен руководствоваться предыдущими заслугами студента. И уж ни в коем случае нельзя ставить экзамен «автоматом». Не нужно бояться отправлять студента на пересдачу, если эта пересдача – не последняя. Да и на последнюю пересдачу можно смело отправлять, поскольку это только преподаватели думают, что она последняя. У учебного департамента на этот счет обычно есть другие соображения.

С другой стороны, не следует оценивать студента с чисто формальной точки зрения. Помните, что в МИФИ готовят физиков, а не математиков. Поэтому наличие здравого смысла и умения соображать при ответе на дополнительные вопросы заслуживают достойной оценки.

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 «Уравнения математической физики» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине «Уравнения математической физики» используются

- Большого домашнего задания

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 как на 5, так и на 6 семестрах.

При защите большого домашнего задания за каждую защищенную студентом задачу выставляется 5 баллов. Задача считается защищенной, если она верно поставлена и решена, а студент ответил на все без исключения вопросы экзаменатора по этой задаче. Для аттестации каждого раздела студент должен защитить не менее трех задач (15 баллов). Максимальное число баллов за раздел (25 баллов) студент получает в случае защиты всех пяти задач, соответствующих этому разделу.

Автор(ы):

Мазур Евгений Андреевич, к.ф.-м.н., доцент