

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра фундаментальной математики

**Авторы-составители: Норина Татьяна Викторовна
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины
УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
Код УМК 46008

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Уравнения математической физики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.03** Механика и математическое моделирование
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Уравнения математической физики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Первая часть

Рассматриваются вопросы теории линейных уравнений в частных производных второго порядка. Проводится классификация уравнений, рассматриваются физические процессы, приводящие к этим уравнениям, математические постановки задач и некоторые общие вопросы теории.

Уравнения гиперболического типа (волновые уравнения) и решение задачи Коши для этих уравнений в различных пространствах, физическое толкование получившихся решений. Излагается метод Фурье (разделения переменных) решения смешанных краевых задач на примере уравнений гиперболического типа.

Уравнения параболического типа на примере задач Коши и смешанной краевой для уравнения теплопроводности. Строится фундаментальное решение уравнения, функции влияния мгновенного источника. Исследована корректность постановок рассмотренных задач.

Уравнения эллиптического типа и решению краевых задач, доказательству корректности их постановки. Свойства гармонических функций и теоремы для них. Основные методы решения краевых задач

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль осуществляется по основным разделам высшей математики:

линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ, дифференциальные уравнения

Раздел 1. Общие понятия об уравнениях математической физики.

Многие физические процессы в таких областях науки и техники, как механика, теплофизика, электричество и магнетизм, оптика, описываются с помощью уравнений с частными производными. К основным уравнениям с частными производными относятся:

- трехмерное уравнение Лапласа
- волновое уравнение
- уравнение теплопроводности.

Количество независимых переменных определяется размерностью пространства, в котором происходит физическое явление, и временной переменной (в случае нестационарных явлений)

Раздел 2. Классификация уравнений. Постановка задач

Все линейные уравнения второго порядка с частными производными относятся к одному из трех типов:

- эллиптическому (описывают стационарные процессы)
- гиперболическому (описывают волновые процессы)
- параболическому (описывают процессы распространения тепла, диффузии и некоторые другие)

В уравнениях гиперболического и параболического типов переменная t носит характер временной переменной.

Решением (классическим) дифференциального уравнения с частными производными называется функция (обладающая производными, входящими в уравнение), которая при подстановке в уравнение обращает его в тождество по независимым переменным в рассматриваемой области.

Для того, чтобы выделить единственное решение из множества решений, необходимо задать дополнительные условия. Эти условия бывают разных видов - в зависимости от типа уравнений. Задача для уравнений с частными производными - это уравнение с дополнительными условиями.

Для нестационарных процессов, изучаемых в неограниченном пространстве, необходимо задавать начальные условия. В этом случае приходим к задаче Коши.

Если физический процесс рассматривается в ограниченной области пространства, то приходим к краевой задаче для стационарных явлений и смешанной задаче для нестационарных явлений.

Раздел 3. Уравнения гиперболического типа

Рассматривается постановка и решение начальной задачи для уравнений гиперболического вида.

Решение таких уравнений можно представить себе как функции, изменяющиеся с течением времени от заданного начального состояния в неограниченном пространстве.

Рассматривается решение задачи Коши для однородной струны (одномерное пространство, формула Даламбера), для однородной мембраны, для колебаний трехмерного пространства - формула Кирхгофа.

Раздел 4. Задачи на собственные значения

Материал данного раздела является подготовительным для использования в решении краевых задач метода разделения переменных (метода Фурье).

Формулируется и решается задача о нахождении собственных значений и системы собственных функций.

Текущий контроль 1

Текущий контроль №1 включает в себя выполнение следующих заданий

- Сдача коллоквиума по основным терминам курса
- Решение трех задач Коши для гиперболического уравнения и использования формулы Даламбера
- Выполнение контрольной работы по постановке задач и решения задачи Коши

Вторая часть

Вторая часть курса

Раздел 5. Метод Фурье. Смешанные задачи для гиперболических уравнений

Эффективным методом решения краевых и смешанных задач является метод разделения переменных (метод Фурье). Общая идея метода заключается в нахождении множества решений однородного уравнения с частными производными, удовлетворяющих определенным граничным условиям. Эти решения являются теми "атомами", из которых строится "общее" решение на основе принципа линейной суперпозиции. Коэффициенты в разложении находятся из начальных условий.

Раздел 6. Уравнения параболического типа

Типичным примером уравнения параболического типа второго порядка служит уравнение теплопроводности. Описывает процессы, необратимые во времени. Решение уравнения параболического типа имеет гладкость любого конечного порядка.

Доказана теорема о максимуме решения параболического уравнения. Получены решения задачи Коши, определено понятие мгновенного точечного источника тепла.

Раздел 7. Уравнения эллиптического типа

Фундаментальное решение уравнения Лапласа (определение, вывод формул для случая двух и трех переменных)

Вычисление производной по направлению для фундаментального решения

Определения: ограниченная (неограниченная) области, внутренняя (внешняя) области

Постановка краевых задач для уравнений эллиптического типа

Формулы Грина (вывод, формулировка для гармонических функций)

Свойство 1 единственности гармонической функции (с доказательством), следствие о единственности решения внутренней задачи Дирихле

Свойство 2 единственности решения II краевой задачи (с доказательством), следствие о единственности решения внутренней задачи Неймана

Свойство 3 о нормальной производной гармонической функции. Условие разрешимости задачи Неймана для уравнения Пуассона

Теорема о интегральном представлении гармонической функции (с доказательством)

Теорема о среднем значении гармонической функции на сфере (с доказательством)

Следствие из теоремы о среднем значении гармонической функции (в шаре, с доказательством)
Принцип экстремума гармонической функции (с доказательством)

Текущий контроль 2

Текущий контроль №2 включает в себя выполнение следующих заданий:

- Решение трех смешанных задач параболического и гиперболического типов (для двух задач результаты представить и графически)
- Выполнение контрольной работы по решению смешанных задач (2 задачи)
- Решение трех краевых задач для уравнений эллиптического типа в декартовых и полярных координатах.

Раздел 8. Метод потенциалов

Понятие потенциала. Физический смысл объемного и поверхностных потенциалов. Теоремы о свойствах потенциалов.

Сведение краевых задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям. Доказательство существования решений краевых задач

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учебник для студентов физико-математических специальностей / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. - Москва: Издательство Московского университета, 2004, ISBN 5-211-04843-1.-798.-Библиогр.: с. 791
2. Норина Т. В. Уравнения математической физики: учебное пособие для студентов механико-математического факультета / Т. В. Норина. - Пермь, 2010, ISBN 978-5-7944-1533-9.-190.-Библиогр.: с. 186-189
3. Щербакова, Ю. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, М. А. Миханьков. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1795-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/81065.html>

Дополнительная:

1. Математическая физика.руководство к решению задач/сост. Т. В. Норина.-Пермь,2006.Ч. 2.Задачи на собственные значения.-2006.-62.-Библиогр.: с. 57
2. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учебное пособие / С. Н. Кудряшов, Т. Н. Радченко. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. — 308 с. — ISBN 978-5-9275-0879-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47050.html> (дата обращения: 12.02.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей <http://www.iprbookshop.ru/47050.html>
3. Будаков Б. М., Самарский А. А., Тихонов А. Н. Сборник задач по математической физике: учебное пособие для вузов / Б. М. Будаков, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов. - Москва: Физматлит, 2004, ISBN 5-9221-0311-3.-688.-Библиогр.: с. 687-688
4. Пикулин В. П., Похожаев С. И. Практический курс по уравнениям математической физики: [учебное пособие] / В. П. Пикулин, С. И. Похожаев. - Москва: Издательство МЦНМО, 2004, ISBN 5-94057-148-4.-208.-Библиогр.: с. 208
5. Математическая физика.руководство к решению задач/сост. Т. В. Норина.-Пермь,2005.Ч. 1.Классификация уравнений. Метод характеристик.-2005.-44.-Библиогр.: с. 43

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Уравнения математической физики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Уравнения математической физики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области</p>	<p>ЗНАЕТ основные понятия и утверждения теории уравнений математической физики. УМЕЕТ производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. Демонстрирует навыки теоретического и практического анализа физических процессов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории уравнений математической физики. Не умеет производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. Демонстрирует отсутствие навыков теоретического и практического анализа физических процессов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий теории уравнений математической физики. Демонстрирует частично сформированное умение производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Имеет представление о теоретическом и практическом анализе физических процессов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий теории уравнений математической физики. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>теории уравнений математической физики.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории уравнений математической физики. Сформированное умение производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</p>
<p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения уравнений математической физики УМЕТЬ: применять методы математической физики в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, их геометрическую интерпретацию, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом и методами решения задач для уравнений математической физики; навыками теоретического анализа полученных результатов;</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории уравнений математической физики. Не умеет производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. Демонстрирует отсутствие навыков теоретического и практического анализа физических процессов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий теории уравнений математической физики. Демонстрирует частично сформированное умение производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Имеет представление о теоретическом и практическом анализе физических процессов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий теории уравнений математической физики. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить аналитические</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом теории уравнений математической физики.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории уравнений математической физики. Сформированное умение производить аналитические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ Входное тестирование	Знать основные понятия и теоремы курсов высшей алгебры, аналитической геометрии, математического анализа и дифференциальных уравнений. Уметь применять их для аналитических вычислений, доказательств утверждений и теорем, решения задач.
ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики	Текущий контроль 1 Защищаемое контрольное мероприятие	Знать характеристики и уравнения физических процессов, постановку начальных и граничных условий, общие свойства линейных уравнений, метод приведения уравнения к каноническому виду. Уметь сформулировать задачу, определить тип уравнения и условий, преобразовать уравнение к каноническому виду, решить начальную задачу, провести графическую интерпретацию результатов

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	Текущий контроль 2 Защищаемое контрольное мероприятие	Знать понятие собственных функций, разложения в ряд Фурье, метод разделения переменных. Уметь сформулировать смешанную задачу, задачу на собственные значения, краевую задачу, вычислить коэффициенты ряда Фурье. Уметь получить решение, представить полученное решение в графическом виде и проверить его согласование с данными задачи.
ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	Знать виды, типы уравнений, формулировки основных задач, свойства решений, примеры физических процессов, основные утверждения теории гиперболических и эллиптических уравнений, понятия корректности краевых задач, методы решения задач. Уметь доказывать основные утверждения теории

Спецификация мероприятий текущего контроля

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные утверждения и теоремы курса дифференциальных уравнений. Умеет применять их для решения задач	40
Знает основные утверждения и теоремы курса математического анализа. Умеет применять их для решения задач	30
Знает основные утверждения и теоремы курса высшей алгебры. Умеет применять их для решения задач	20
Знает основные утверждения и теоремы курса аналитической геометрии. Умеет применять их для решения задач	10

Текущий контроль 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **29**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знает характеристики и уравнения физических процессов, постановку начальных и граничных условий. Умеет сформулировать задачу.	10
Знает методы решения начальной задачи. Умеет решить начальную задачу, провести графическую интерпретацию результатов	10
Знает общие свойства линейных уравнений, метод приведения уравнения к каноническому виду. Умеет преобразовать уравнение к каноническому виду, определить тип уравнения	9

Текущий контроль 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **31**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знает метод разделения переменных. Умеет сформулировать смешанную задачу для гиперболических и параболических уравнений, получить решение, представить полученное решение в графическом виде и проверить его согласование с данными задачи.	11
Знает свойства краевых задач для эллиптических уравнений. Умеет получить решение в разных системах координат, представить полученное решение в графическом виде и проверить его согласование с данными задачи.	10
Знает понятие собственных функций. Умеет сформулировать задачу на собственные значения, вычислить коэффициенты ряда Фурье	10

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знает виды, типы уравнений, формулировки основных задач, примеры физических процессов, понятия корректности краевых задач. Умеет использовать определения	30
Знает свойства решений, основные утверждения теории гиперболических и эллиптических уравнений, методы решения задач. Умеет доказывать основные утверждения теории	10