

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.11.2023 17:11:04
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б. В. Пекаревский

« 20 » мая 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность программы

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Факультет **информационных технологий и управления**
Кафедра **математики**

Санкт-Петербург

2019

Б1.В.06

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
3. Объем дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины.....	4
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	4
4.2. Занятия лекционного типа	5
4.3 Занятия семинарского типа	5
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	6
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	7
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	7
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	7
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	8
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	8
10.1. Информационные технологии.....	8
10.2. Программное обеспечение.....	8
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	8
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	8
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	8
Фонд оценочных средств	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Знать: основные уравнения математической физики, стандартные методы их анализа и решения. Уметь: производить корректную постановку задач, строить и исследовать математические модели реальных систем. Владеть: стандартными методами решения дифференциальных уравнений в частных производных.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Код дисциплины по учебному плану Б1.В.06. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5-ом семестре.

Методической основой изучения дисциплины «Уравнения математической физики» являются знания, полученные при изучении дисциплины «Математика».

Знания, навыки и умения, приобретённые при изучении дисциплины, могут быть полезны при изучении таких дисциплин как «Физика», «Строительная механика», «Теория упругости» и некоторых других, а также в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	76
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	..
КСР	4
другие виды контактной работы	..
Самостоятельная работа	32
Контроль	36
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	1 Кр, 3 РГР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	зачёт, экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные уравнения математической физики.	6	6		4	ПК-3
2.	Классификация линейных уравнений второго порядка.	4	4		8	ПК-3
3.	Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения	10	14		10	ПК-3
4.	Разделение переменных в уравнениях математической физики	16	12		10	ПК-3
	ИТОГО	36	36		32	

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Вывод основных уравнений математической физики: уравнение колебаний струны, уравнение продольных колебаний стержня, уравнение теплопроводности и диффузии, уравнение Гордона-Клейна..	4	
1	Постановка задач математической физики. Понятие о корректности постановки задачи.	2	
2	Характеристики линейного уравнения второго порядка. Приведение уравнения к каноническому виду.	4	
3	Метод характеристик для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Метод Даламбера для свободных колебаний бесконечной струны. «Стоячие» и «бегущие» волны.	4	
3	Метод Даламбера для вынужденных колебаний бесконечной струны. «Конус прошлого».	2	
3	Метод Даламбера для полубесконечной струны.	2	
3	Отражение волн от свободного и закреплённого конца.	2	
4	Разделение переменных в уравнении колебания струны (случай закреплённых концов). Физический смысл полученного решения.	4	
4	Стационарные состояния для уравнения теплопроводности. Разделение переменных в одномерном уравнении теплопроводности (случай поддержания на концах стержня постоянной температуры).	4	
4	Распространение тепла в бесконечном стержне.	2	
4	Оператор Лапласа в цилиндрических координатах. Колебания закреплённой по контуру круглой мембраны.	4	
4	Распределение тепла в круглой пластине.	2	
	ИТОГО	36	

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Особенности дифференциальных уравнений в частных производных. Общее решение.	4	
1	Решение линейных дифференциальных уравнений первого порядка.	2	Слайд-презентация
2	Приведение линейного уравнения второго порядка к каноническому виду.	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения (задача Коши).	4	
3	Метод бегущих волн для вынужденных колебаний.	2	
3	Метод бегущих волн для полубесконечной струны.	4	
3	Отражение волн от свободного или закреплённого конца. Контрольная работа.	4	
4	Разделение переменных в уравнении колебаний струны.	4	Слайд-презентация
4	Разделение переменных в одномерном уравнении теплопроводности.	6	
4	Колебания круглой мембраны.	2	
ИТОГО		36	

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	не предусмотрены		

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Вывод основных уравнений математической физики.	4	Вопросы к экзамену
2	Метод характеристик для линейных дифференциальных уравнений.	8	Кр, РГР № 1, вопросы к экзамену
3	Метод Даламбера для бесконечной и полубесконечной струны.	10	Кр, РГР № 2, вопросы к экзамену
4	Разделение переменных в уравнениях колебания струны и теплопроводности.	10	РГР № 3, вопросы к экзамену
Итого		32	

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта и экзамена.

Зачёт проводится в форме тестирования.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и одно практическое задание, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Слободинская, Т. В. Уравнения математической физики: учебное пособие / Т. В. Слободинская, А. А. Груздков. – СПб., СПбГТИ(ТУ), 2016. – 132 с.
2. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим специальностям / Н. А. Берков [и др.]. - СПб.; М.; Краснодар: Лань. - Ч. 3: Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации / Под ред.: В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. - 2-е изд., испр. - 2013. – 528 с.
3. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки 140400 – «Техническая физика» и 150300 – «Прикладная механика» / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 224 с.
4. Груздков, А. А. Формула Остроградского-Гаусса: метод. указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко. – СПб., СПбГТИ(ТУ), 2014. – 26 с.
5. Берков, Н. А. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим специальностям. Ч. 3: Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации / Н. А. Берков и др. Под ред.: В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. - СПб., Лань. - 2013. – 528 с.

б) дополнительная литература:

1. Никифоров, А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики / А. Ф. Никифоров. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 133 с.

в) вспомогательная литература:

1. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики: учебное пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М.: Наука, 1972. – 736 с.
2. Романко, В. К. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко – М., ЮНИМЕДИАСТАЙЛ, 2002. – 256 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Уравнения математической физики» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Программное обеспечение

При выполнении РГР студенты используют пакет прикладных программ Mathcad.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-информационная система поиска нормативных документов <http://gostrf.com/>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории кафедры математики.

При изучении соответствующих разделов курса используется компьютерный класс, оборудованный 16 персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Уравнения математической физики»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПК-3	готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные уравнения математической физики и гипотезы, используемые при их выводе. Умеет выводить основные уравнения математической физики. Владет навыками корректной постановки задач математической физики.	Правильные ответы на экзаменационные вопросы №№ 1-5.	ПК-3

² жирным шрифтом выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

³ этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №2	Знает типы линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных Умеет определять тип уравнений и приводить их к каноническому виду. Владеет навыками замены переменных в уравнениях математической физики.	Правильные ответы на экзаменационные вопросы №№ 6 и 7, Выполнение Кр и РГР № 1.	ПК-3
Освоение раздела № 3	Знает основные приёмы решения одномерного волнового уравнения. Умеет находить решения задач о свободных и вынужденных колебаниях конечной и полубесконечной струны. Владеет навыками применения метода бегущих волн к одномерным волновым задачам.	Правильные ответы на вопросы №№ 8-11 к экзамену. Выполнение Кр и РГР № 2.	ПК-3
Освоение раздела № 4	Знает алгоритм разделения переменных в уравнениях математической физики. Умеет применять метод Фурье для одномерного волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Владеет навыками вычислений необходимых при разделении переменных в уравнениях математической физики.	Правильные ответы на вопросы №№ 12-20 к экзамену. Выполнение РГР № 3.	ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Вопросы к экзамену и зачёту

Вопросы к экзамену

1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные определения и примеры.
2. Вывод уравнения колебаний струны.
3. Вывод уравнения продольных колебаний стержня.
4. Вывод уравнения теплопроводности.
5. Постановка задач математической физики. Корректность постановки задач.
6. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Связь типа уравнения с характером протекания описываемых им процессов.
7. Приведение линейных уравнений второго порядка к каноническому виду.
8. Формула Даламбера для одномерного волнового уравнения. Метод бегущих волн.
9. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.
10. Решение задачи о вынужденных колебаниях бесконечной струны при однородных и неоднородных начальных условиях.
11. Решение задачи о колебаниях полубесконечной струны с закрепленным или свободным концом.
12. Решение задачи о свободных колебаниях струны, закрепленной на концах, методом разделения переменных Фурье.
13. Решение задачи о вынужденных колебаниях струны, закрепленной на концах.
14. Интеграл Фурье.
15. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне методом разделения переменных Фурье.
16. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с одного конца.
17. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов.
18. Уравнение Лапласа в полярной системе координат.
19. Симметричные колебания закреплённой по контуру круглой мембраны.
20. Решение уравнения Лапласа для круга методом разделения переменных Фурье.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше, и практическое задание. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

Типовой вариант теста

I. Какие из перечисленных уравнений являются дифференциальными уравнениями в частных производных?

1. $\frac{\partial u}{\partial y} = xy$ 2. $ydx - xdy = 0$ 3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ 4. $\frac{dy}{dx} = xy$ 5. $\frac{d^2 y}{dx^2} - 2x \frac{dy}{dx} + y = 0$

II. Какие из перечисленных функций являются решениями уравнения $\frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial y} = 0$?

1. $u(x, y) = xy^2 + \cos y + \operatorname{tg} x + 5$ 2. $u(x, y) = x^2 y + \cos y + \operatorname{tg} x + 5$
3. $u(x, y) = xy^2 + \cos x + \operatorname{tg} y + 5$ 4. $u(x, y) = x^2 y + \arccos y + \operatorname{arctg} x + 5$
5. $u(x, y) = xy^2 + \arccos y + \operatorname{arctg} x + 5$

III. Установите соответствия между уравнениями и их общими решениями:

1. $\frac{\partial u}{\partial y} = 2y$ 2. $\frac{\partial u}{\partial x} = y + x$ 3. $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0$

1. $u(x, y) = C_1 y + C_2$ 2. $u(x, y) = \varphi(x) + \psi(y)$ 3. $u(x, y) = xy + \frac{x^2}{2} + \psi(y)$
 4. $u(x, y) = \frac{y^2}{2} + \frac{x^2}{2} + C$ 5. $u(x, y) = y^2 + \varphi(x)$ 6. $u(x, y) = yx + \frac{x^2}{2} + C$

IV. Какие из перечисленных задач называются полными краевыми (смешанными) задачами?

$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = f(x), \\ \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right _{t=0} = \varphi(x), \\ u(0, t) = u(l, t) = 0. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ -\infty < x < +\infty, t \geq 0, \\ \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right _{t=0} = \varphi(x), \\ u(x, 0) = f(x). \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = f(x), \\ \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=l} = 0. \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \Delta u, \\ u(x, y, z, 0) = f(x, y, z), \\ \left. \frac{\partial u}{\partial n} \right _s = 0. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \Delta u = 0, \\ \left. \frac{\partial u}{\partial n} \right _s = 0. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = f(x), \\ -\infty < x < +\infty, t \geq 0. \end{array} \right.$

- V. Какие из перечисленных в пункте IV задач описывают процессы выравнивания (теплопроводность, диффузию)?
 VI. Какие из перечисленных в пункте IV задач описывают распространение волн (колебания)?
 VII. Установите соответствие между уравнениями и их типами:

$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} + 2 \frac{\partial u}{\partial y} = 0$	Гиперболический
$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial u}{\partial x} + 6 \frac{\partial u}{\partial y} = 0$	Эллиптический
$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0$	Параболический

VIII. К какому типу относится уравнение

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 4xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 4y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + y \frac{\partial u}{\partial x} - x \frac{\partial u}{\partial y} + 3xy + 5 = 0?$$

1. Гиперболическому 2. Эллиптическому 3. Параболическому
 4. Смешанному

IX. Какие из перечисленных уравнений записаны в каноническом виде?

1. $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - \frac{5}{16} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{16} \frac{\partial u}{\partial y} + 5y^2 = 0$	2. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$	3. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{16} \frac{\partial u}{\partial t}$
4. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + u + xt = 0$	5. $4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 9 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$	6. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$

X. Какие из перечисленных замен можно применить для приведения к каноническому виду уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial u}{\partial x} + 2\frac{\partial u}{\partial y} = 0$?

1. $\begin{cases} \xi = y - x \\ \eta = y + 3x \end{cases}$ 2. $\begin{cases} \xi = y + 2x \\ \eta = y - 3x \end{cases}$ 3. $\begin{cases} \xi = y + 3x \\ \eta = y - x \end{cases}$ 4. $\begin{cases} \xi = y - 3x \\ \eta = y + x \end{cases}$

XI. Решите методом Даламбера уравнение колебаний бесконечной струны $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 9\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ с нулевыми начальными импульсами и начальным смещением, задаваемым равенством $u(x,0) = \cos 2x$. Выберите вариант ответа:

1. $u(x,t) = \cos 2x \cos 3t$ 2. $u(x,t) = \cos 4x \cos 6t$ 3. $u(x,t) = \cos 2x \sin 3t$
4. $u(x,t) = \cos 2x \cos 6t$

XII. Укажите вид решения задачи о свободных колебаниях закреплённой на концах струны

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 9\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x,0) = 4x - x^2, \\ \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \\ u(0,t) = u(4,t) = 0 \end{cases}$$

1. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \frac{4\pi n t}{3} \sin \frac{\pi n x}{3}$ 2. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \frac{4\pi n t}{3} \sin \frac{\pi n x}{3}$
3. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \frac{\pi n t}{4} \sin \frac{3\pi n x}{4}$ 4. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \frac{3\pi n t}{4} \sin \frac{\pi n x}{4}$

XIII. Коэффициенты ряда в условиях задачи из пункта XII вычисляются по формуле:

1. $a_n = \frac{2}{3} \cdot \int_0^3 (4z - z^2) \sin \frac{\pi n z}{3} dz$ 2. $a_n = \frac{1}{2} \cdot \int_0^4 (4z - z^2) \sin \frac{\pi n z}{4} dz$
3. $b_n = \frac{2}{3\pi n} \int_0^4 (4z - z^2) \sin \frac{\pi n z}{4} dz$ 4. $a_n = \frac{1}{2} \int_0^3 (4z - z^2) \cos \frac{\pi n z}{3} dz$

3.2 Состав контрольных работ

Типовой вариант контрольной работы

1. Привести к каноническому виду линейное уравнение с постоянными коэффициентами.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -2\frac{\partial u}{\partial x} - 6\frac{\partial u}{\partial y}$$

2. Решить задачу о свободных колебаниях бесконечной струны.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad u(x,t) \Big|_{t=0} = \sin 5x; \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = 3.$$

5.3 Содержание расчётно-графических работ

Расчётно-графическая работа № 1

Для заданного линейного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами:

1. Определить его тип и найти характеристики.
2. Привести уравнение к каноническому виду.
3. Найти общее решение.

Расчётно-графическая работа № 2

1. Найти решение задачи о колебаниях бесконечной струны.
2. Найти решение задачи о колебаниях полубесконечной струны.

Расчётно-графическая работа № 3

1. Методом разделения переменных решить задачу о колебаниях струны.
2. Решить задачу на уравнение теплопроводности для конечного стержня при заданных условиях на концах.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.