

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра прикладной механики и компьютерных технологий



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

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

| | |
|----------------------------|---|
| Направление подготовки: | 01.03.02 Прикладная математика и информатика |
| Профиль подготовки: | Прикладная математика и информатика |
| Образовательная программа: | бакалавриат |
| Квалификация: | Академический бакалавр |
| Форма обучения: | <u>очная, очно-заочная, заочная, в том</u> <u>числе с ускоренным сроком обучения</u> нужное подчеркнуть |

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020

МП

Программа учебной дисциплины «Уравнения математической физики» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 280;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры прикладной механики
и компьютерных технологий



А.С. Гольцев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий

Протокол № 11 от «02» апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой



А.С. Гольцев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета



Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Уравнения математической физики» является основой для всех предметов, связанных с моделированием физических процессов. Поэтому усвоение основ математической физики является обязательным для специалистов в области прикладной математики и информатики.

Учебная дисциплина «Уравнения математической физики» относится к циклу Профессиональной подготовки, вариативная часть.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин

- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения;

и формирует основу для освоения дисциплин:

- Математические модели механики твёрдого тела;
- Математические модели и методы теории упругости;
- Неклассические краевые задачи механики сплошных сред;
- Математические модели деформирования сред с усложнёнными свойствами.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| <i>Характеристика учебной дисциплины</i> | | | | |
|--|--|-------------|------------------------|-------------|
| Направление подготовки | 01.03.02 Прикладная математика и информатика | | | |
| Профиль | Прикладная математика и информатика | | | |
| Образовательная программа | Бакалавриат | | | |
| Квалификация | Академический бакалавр | | | |
| Количество содержательных модулей | 2 | | | |
| Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы | Вариативная часть профессионального блока | | | |
| Формы контроля (МК, экзамен, зачет) | 1 модульный контроль, зачёт в 5 семестре | | | |
| Показатели | очная форма обучения | | заочная форма обучения | |
| | нормат. срок | ускор. срок | нормат. срок | ускор. срок |
| Количество зачётных единиц (кредитов) | 3 | 3 | | |
| Год подготовки | 3 | 3 | | |
| Семестр | 5 | 5 | | |
| Количество часов | 108 | 108 | | |
| - лекционных | 18 | 18 | | |
| - практических, семинарских | — | — | | |
| - лабораторных | 36 | 36 | | |
| - самостоятельной работы | 54 | 54 | | |
| в т.ч. индивидуальное задание | — | — | | |
| Недельное количество часов, | 6 | 6 | | |
| в т.ч. аудиторных | 3 | 3 | | |

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель:

- изучение математических моделей физических процессов;
- изучение классических постановок и методов решения задач математической физики;
- овладение навыками решения задач для уравнений с разделяющимися переменными.

Задачи:

- формирование понимания принципов построения моделей физических процессов;
- овладение знаниями о постановках и методах решения задач математической физики;
- формирование практических навыков решения задач для уравнений с разделяющимися переменными.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Уравнения математической физики» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика):

а) общекультурных (ОК):

- ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

б) общепрофессиональных (ОПК):

- ОПК-1 – способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
- ОПК-2 – способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

в) профессиональных (ПК):**научно-исследовательская деятельность:**

- ПК-1 – способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;
- ПК-2 – способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат;

проектная и производственно-технологическая деятельность:

- ПК-5 – способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках;

социально-педагогическая деятельность:

- ПК-11 – способностью к организации педагогической деятельности в конкретной предметной области (математика и информатика).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**Знать:**

- основные классы уравнений математической физики;
- классические постановки задач математической физики;
- сущность метода Фурье;
- основные методы решения неоднородных задач математической физики.

Уметь:

- определять тип уравнений математической физики;
- приводить уравнения математической физики к каноническому виду;
- находить собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля;

- решать задачи методом разделения переменных.

Владеть:

- методикой сведения уравнения математической физики к каноническому виду;
- навыками решения задач математической физики методом разделения переменных;
- пакетом Maple для решения простейших задач математической физики.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

| Порядковый номер и тема | Краткое содержание темы |
|--|---|
| Содержательный модуль 1 «Основные уравнения и задачи математической физики» | |
| Тема 1 | Основные дифференциальные операторы математической физики. |
| Тема 2 | Основные уравнения математической физики и их классификация. |
| Тема 3 | Приведение уравнений математической физики к каноническому виду. |
| Тема 4 | Классификация задач математической физики и их корректная постановка. |
| Содержательный модуль 2 «Метод Фурье» | |
| Тема 5 | Метод Фурье. |
| Тема 6 | Задача Штурма-Лиувилля. |
| Тема 7 | Собственные значения и собственные функций. |
| Тема 8 | Метод Фурье для случая двух независимых переменных. |

[illegible]

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

| <i>№ п/п</i> | <i>Название темы</i> | <i>Количество часов</i> |
|------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Основные дифференциальные операторы математической физики. | 2 |
| 2 | Основные уравнения математической физики и их классификация. | 2 |
| 3 | Приведение уравнений математической физики к каноническому виду. | 2 |
| 4 | Классификация задач математической физики и их корректная постановка. | 2 |
| 5 | Метод Фурье. | 2 |
| 6 | Задача Штурма-Лиувилля. | 2 |
| 7 | Собственные значения и собственные функций. | 2 |
| 8 | Метод Фурье для случая двух независимых переменных. | 4 |
| | ВСЕГО | 18 |

Темы лабораторных занятий

| <i>№ п/п</i> | <i>Название темы</i> | <i>Количество часов</i> |
|------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Основные дифференциальные операторы математической физики | 6 |
| 2 | Классификация уравнений математической физики | 6 |
| 3 | Приведение уравнений математической физики к каноническому виду | 6 |
| 4 | Задача Штурма-Лиувилля | 6 |
| 5 | Смешанные задачи для уравнений параболического типа | 6 |
| 6 | Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа | 6 |
| | ВСЕГО | 36 |

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

| <i>№ п/п</i> | <i>Название темы</i> | <i>Количество часов</i> |
|------------------|--|-----------------------------|
| 1 | Основные дифференциальные операторы математической физики. | 6 |
| 2 | Основные уравнения математической физики и их классификация. | 6 |
| 3 | Приведение уравнений математической физики к каноническому виду. | 6 |
| 4 | Классификация задач математической физики и их корректная | 6 |

| | | |
|---|---|-----------|
| | постановка. | |
| 5 | Метод Фурье. | 6 |
| 6 | Задача Штурма-Лиувилля. | 6 |
| 7 | Собственные значения и собственные функций. | 6 |
| 8 | Метод Фурье для случая двух независимых переменных. | 12 |
| | ВСЕГО | 54 |

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальная работа № 1

ОСНОВНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Цель: Сформировать навыки работы с скалярными и векторными полями.

Задание:

I. Скалярное поле задано функцией $u(x, y, z)$.

- 1) Записать уравнение поверхностей уровня скалярного поля $u(x, y, z)$.
 - а) Определить, являются ли поверхности уровня каноническими поверхностями второго порядка (табл. 1.2). Если да, то указать их вид.
 - б) Средствами Maple построить поверхности уровня для трёх фиксированных значений $u(x, y, z) = C_i$ ($i = \overline{1,3}$) (C_i выбрать самостоятельно).
- 2) Найти градиенты скалярного поля $u(x, y, z)$ в точках $M_1; M_2; M_3$.
- 3) Найти производную скалярного поля $u(x, y, z)$ в точке M_4 :
 - а) по направлению к точке M_5 ;
 - б) по направлению \vec{e} .

II. Векторное поле задано функцией $\vec{A}(x, y, z)$.

- 1) Найти дивергенцию векторного поля $\vec{A}(x, y, z)$.
 - а) Записать уравнение поверхностей уровня поля $u_1(x, y, z) = \text{div } \vec{A}(x, y, z)$.
 - б) Средствами Maple построить какую-либо поверхность уровня поля $u_1(x, y, z)$.
- 2) Найти роторы векторного поля $\vec{A}(x, y, z)$ в точках $M_6; M_7; M_8$.
- 3) Построить график линии тока векторного поля $\vec{A}(x, y, z)$ в плоскости Oxy , проходящий через точку M_9 .

Индивидуальная работа № 2

КЛАССИФИКАЦИЯ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Цель: Научится определять тип уравнения математической физики.

Задание:

- 1) Дано линейное дифференциальное уравнение второго порядка.
 - а) Средствами Maple определить тип данного уравнения в вершинах единичного куба, то есть в точках $M_1(0,0,0)$, $M_2(1,0,0)$, $M_3(0,1,0)$, $M_4(1,1,0)$, $M_5(0,0,1)$, $M_6(1,0,1)$, $M_7(0,1,1)$, $M_8(1,1,1)$.
 - б) Без использования пакета Maple определить тип уравнения в трёх вершинах куба.
- 2) Дано линейное дифференциальное уравнение второго порядка с двумя независимыми переменными. Без использования пакета Maple найти области, в которых данное уравнение

является эллиптическим, гиперболическим, параболическим. Оформить в письменном виде ход решения и изобразить полученные области на рисунке. Рисунок можно сделать от руки. Обозначить тип уравнения на каждой выделенной области.

Проверить полученное решение с помощью пакета Maple. На графике областей ручкой обозначить тип уравнения на каждой выделенной области.

Индивидуальная работа № 3 **ПРИВЕДЕНИЕ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ К КАНОНИЧЕСКОМУ ВИДУ**

Цель: Сформировать навыки приведения уравнений математической физики к каноническому виду.

Задания:

Привести к каноническому виду уравнение:

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

Индивидуальная работа № 4 **ЗАДАЧА ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ**

Цель: Научиться решать задачу Штурма-Лиувилля.

Задания:

Найти собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля:

1. $y'' + \lambda y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y(l) = 0, \quad x \in [0, l].$
2. $\frac{d}{dx} \left(x \frac{dy}{dx} \right) + \frac{\lambda}{x} y = 0, \quad y(a) = 0, \quad y(b) = 0, \quad x \in [a, b], \quad b > a > 0.$
3. $y'' + \lambda y = 0, \quad y'(0) = 0, \quad y(l) = 0, \quad x \in [0, l].$
4. $\frac{d}{dx} \left(x \frac{dy}{dx} \right) + \frac{\lambda}{x} y = 0, \quad y'(a) = 0, \quad y(b) = 0, \quad x \in [a, b], \quad b > a > 0.$
5. $y'' + \lambda y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(l) = 0, \quad x \in [0, l].$

Индивидуальная работа № 5 **СМЕШАННЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА**

Цель: Научиться решать задачи для уравнений параболического типа.

Задания:

Решить задачи методом разделения переменных. Средствами Maple построить анимации полученных решений.

Вариант 1.

Найти закон распределения температуры $T(x, t)$ бесконечной пластины, если её толщина равна a , плотность ρ , удельная теплоёмкость c и коэффициент теплопроводности k . Стенки пластины поддерживаются при нулевой температуре. В начальный момент времени температура пластины равна $\varphi(x) = T_0 \sin\left(\frac{2\pi}{a}x\right)$. Источники и стоки тепла в пластине отсутствуют.

Индивидуальная работа № 6

СМЕШАННЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

Цель: Научиться решать задачи для уравнений гиперболического типа.

Задания:

Решить задачи методом разделения переменных. Средствами Maple построить анимации полученных решений.

Вариант 1.

Найти закон колебания упругого стержня $u(x, t)$, если его длина равна a , линейная плотность ρ , модуль Юнга E . Левый конец стержня ($x=0$) закреплён жёстко, а правый ($x=a$) свободен. В начальный момент смещения стержня описываются функцией $\phi(x) = L_0 \sin\left(\frac{\pi}{2a}x\right)$, а скорости — функцией $\psi(x) = -V_0 \sin\left(\frac{\pi}{2a}x\right)$. Внешние силы отсутствуют.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

- 1 К какому типу уравнений относится уравнение Пуассона?
- 2 Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$ есть каноническая форма какого уравнения?
- 3 К какому типу уравнений относится уравнение диффузии?
- 4 Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$ есть каноническая форма какого уравнения?
- 5 Какие физические процессы описывают уравнения эллиптического типа?
- 6 Какого типа уравнение $y^2 u_{xx} + 2xy u_{xy} + x^2 u_{yy} + y u_y = 0$?
- 7 К какому типу уравнений относится уравнение Лапласа?
- 8 Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$ есть каноническая форма какого уравнения?
- 9 Какие физические процессы описывают уравнения гиперболического типа?
- 10 Какого типа уравнение $yu_{xx} + u_{yy} = 0$?
- 11 К какому типу уравнений относится уравнение теплопроводности?
- 12 Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$ есть каноническая форма какого уравнения?
- 13 Какие физические процессы описывают уравнения параболического типа?
- 14 Какого типа уравнение $xu_{xx} - 4xyu_{xy} + 5y^2u_{yy} - 3u_x = 0$, $x \neq 0$, $y \neq 0$?
- 15 Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$ есть каноническая форма какого уравнения?
- 16 К какому типу уравнений относится уравнение Гельмгольца?

- 17 Какого типа уравнение $u_{xx} - 2 \sin x u_{xy} - \cos^2 x u_{yy} - 4u_x = 0$?
- 18 К какому типу уравнений относится волновое уравнение?
- 19 Условие линейности дифференциальных уравнений в частных производных.
- 20 Условие разделения переменных в уравнениях математической физики.
- 21 Общий вид уравнения Штурма-Лиувилля.
- 22 Условия регулярности задачи Штурма-Лиувилля.
- 23 Формулировка граничных условий третьего рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 24 Формулировка граничных условий второго рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 25 Формулировка граничных условий первого рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 26 Формулировка граничных условий четвёртого рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 27 Определение собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
- 28 Определение собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.
- 29 Свойства собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
- 30 Свойства собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.
- 31 Как формулируется задача Коши.
- 32 Как формулируется краевая задача.
- 33 Как формулируется смешанная задача.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль: Прикладная математика и информатика
Программа подготовки: **бакалавриат**
Семестр 5
Учебная дисциплина Уравнения математической физики

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Дивергенция векторного поля и ротор.
2. Формулировка задача Коши.
3. Какого типа уравнение $u u_{xx} + u_{yy} = 0$?

Утверждено на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий, протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

А.С.Гольцев
А.С.Гольцев

Критерии оценивания модульного контроля

| <i>Номер задания</i> | <i>Количество баллов</i> |
|----------------------|--------------------------|
| 1 | 10 |
| 2 | 10 |
| 3 | 10 |
| Всего | 30 |

10. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

10.1 Образец первого тестового задания

Характеристическое уравнение для $Au_{xx} + 2Bu_{xy} + Cu_{yy} + F(x, y, u, u_x, u_y) = 0$ есть

- а) $A(dy)^2 + 2Bdxdy + C(dx)^2 = 0$; б) $-A(dy)^2 + 2Bdxdy + C(dx)^2 = 0$;
 в) $A(dy)^2 - 2Bdxdy + C(dx)^2 = 0$; г) $A(dy)^2 + 2Bdxdy - C(dx)^2 = 0$.

10.2 Образец второго тестового задания

12. Все собственные значения регулярной задачи Штурма-Лиувилля

- а) не ограничены по значению; б) ограничены сверху и снизу;
 в) ограничены сверху; г) ограничены снизу.

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

| Организационно- учебная работа студента | СРС | | | Всего |
|---|---|--|-------------------------------------|------------|
| | Индивидуальная работа | Модульный контроль | Индивидуальная творческая работа | |
| Max 30 баллов | max 30 баллов | max 30 баллов | max 10 баллов | 100 баллов |
| Активность на лабораторных занятиях, выполнение тестов | Выполнение индивидуальных заданий | Выполнение модульной контрольной работы | Дополнительные задания | |

Шкала соответствия баллов национальной шкале

| Оценка по шкале ECTS | Оценка по 100-балльной шкале | Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачёт) | Оценка по государствен ной шкале (зачёт) |
|-------------------------------|------------------------------------|---|---|
| A | 90-100 | 5 (отлично) | зачтено |
| B | 80-89 | 4 (хорошо) | зачтено |
| C | 75-79 | 4 (хорошо) | зачтено |
| D | 70-74 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| E | 60-69 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| FX | 35-59 | 2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи | не зачтено |
| F | 0-34 | 2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов | не зачтено |

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

| № п/п | Наименование | Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ | Наличие электронной версии в ЭБС |
|----------------------------------|--|--|---|
| <i>Основная литература</i> | | | |
| 1 | Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 798 с. | 97 | – |
| 2 | Владимиров В.С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 436 с. | 79 | – |
| <i>Дополнительная литература</i> | | | |
| 3 | Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968. – 576 с. | 22 | – |
| 4 | Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. – М.: Наука, 1984. – 384 с. | 16 | – |

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Уравнения математической физики
http://www.ph4s.ru/book_mat_matphys.html
2. Книги по Maple
<http://mexalib.com/tag/Maple>

15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20__ год.
Протокол № __ от “__” _____ 20__ г. Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20__ год.
Протокол № __ от “__” _____ 20__ г. Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.
Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г. Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.
Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г. Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.
Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г. Заведующий. кафедрой _____