

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Уравнения математической физики**

Направление подготовки (специальности)  
02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)  
«Программирование, алгоритмы и анализ данных»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 11 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Естественными математическими моделями большинства явлений и процессов в природе являются уравнения с частными производными. Большое число математических моделей экономики также предполагает использование уравнений с частными производными. Поэтому основной целью курса являются изучение основных классов дифференциальных уравнений с частными производными, а также методов их исследования.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части образовательной программы и входит в модуль «Математика II».

Курс «Уравнения математической физики» является важной частью математической подготовки специалиста по математике и компьютерным наукам и является самым естественным предметом, где студенты могут видеть выход своих знаний по математике к прикладным (в широком смысле) задачам. Изучение курса предполагает глубокую связь с такими курсами как математический анализ; линейная алгебра и геометрия; дифференциальные уравнения; численные методы; физика и другими курсами.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ПК-3. Способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	ИД-ПК-3.1 Обладает устойчивыми знаниями в области разработки алгоритмов и программирования	Знать типовые алгоритмы решения задач уравнений в частных производных
	ИД-ПК-3.2 Имеет навыки разработки и реализации алгоритмов в области системного и прикладного программного обеспечения	Уметь самостоятельно разрабатывать алгоритмы теории уравнений математической физики для компьютерной реализации Владеть навыками компьютерной реализации алгоритмов теории уравнений математической физики

	<p>ИД-ПК-3.3</p> <p>Обладает способностью критического анализа и совершенствования разрабатываемых алгоритмов и программ</p>	<p>Знать основные вопросы, связанные с эффективностью компьютерных методов построения решений уравнений математической физики</p> <p>Уметь проводить сравнительный анализ различных алгоритмов построения решений уравнений математической физики</p> <p>Владеть навыками теоретического и практического совершенствования вычислительных методов построения решений уравнений математической физики</p>
--	--	--

#### 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение в дисциплину	5	2					2	Задания для самостоятельной работы
2	Уравнение Лапласа, Пуассона. Основные задачи. Метод Фурье. Свойства гармонических функций.	5	10	4		2		4	Задания для самостоятельной работы, Контрольная работа
3	Уравнения теплопроводности. Методы решения основных задач.	5	10	8		4		2	Задания для самостоятельной работы
4	Уравнения с частными производными первого порядка	5	10	4				2	Задания для самостоятельной работы
							0,3	7,7	Зачёт
	Итого за 5 семестр 72 часа		32	16		6	0,3	17,7	

5	Классификация. Корректность. Обобщенное решение	6	4	4				4	Задания для самостоятельной работы,
6	Уравнение колебаний струны и другие уравнения гиперболического типа. Методы их решения.	6	8	8		2		6	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа
7	Вариационный принцип Дирихле.	6	6	6		2		8	Задания для самостоятельной работы
8	Системы гиперболических уравнений.	6	8	8		2		4	Задания для самостоятельной работы
9	Некоторые отдельные примеры уравнений математической физики. Вывод некоторых уравнений.	6	6	4		2		6	
						2	0,5	33,5	Экзамен
	Итого за 6 семестр 144 часа		32	32		10	0,5	69,5	
	ИТОГО		64	48		16	0,8	87,2	

### Содержание разделов дисциплины:

1. Введение. Примеры дифференциальных уравнений с частными производными. Основные понятия. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Постановка основных задач. Принцип тах и другие простейшие свойства гармонических функций. Задача Дирихле, Неймана. Решение этих задач для простейших областей методом Фурье.
3. Уравнение теплопроводности. Начальная задача на всей оси. Формула Пуассона. Преобразование Фурье. Решение некоторых задач методом Фурье. Принцип тах.
4. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Общее решение и задача Коши.
5. Классификация для уравнений второго порядка.  
Понятие корректности задач математической физики. Примеры Адамара. Обобщенное решение. Два подхода при его определении.
6. Уравнение колебаний струны. Формулы Даламбера. Метод Фурье.
7. Вариационный принцип Дирихле.
8. Система уравнений акустики и другие системы.  
Уравнения четвертого порядка на примере уравнений теории упругости. Уравнение колебаний мембраны. Специальные функции.
9. О вариационных принципах физики. Вывод некоторых уравнений.  
Общая схема метода Фурье.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

В рамках практических занятий возможно привлечения компьютерного практикума.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

Синхронное или асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины осуществляется посредством сообщений в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, а также электронной почты.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине при формировании материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, при формирования методических материалов по дисциплине используются:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader
- система Wolfram Mathematica. (<https://www.wolframcloud.com/>)

Программное обеспечение для создания и демонстрации презентаций, иллюстраций и других учебных материалов:

Microsoft Windows (в составе Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery).  
Microsoft OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232 Microsoft Open License №0005279522.

Network 15 Mathematica 11 Increment Standard Bundled List Price with Service.  
Network 15 Mathematica 11 Upgrade L3549-7407.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются (или могут использоваться):

- Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

[http://www.lib.uniya.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ru/opac/bk_cat_find.php)

- Электронно-библиотечная система «Юрайт»

<https://www.biblio-online.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Лань»

<http://e.lanbook.com/>

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

[http://www.lib.uniya.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ru/opac/bk_cat_find.php)

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

<http://elibrary.ru/>

База научных статей Mathnet

База Scopus

База Web of Sciences

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004. - 798 с.
2. Михлин С.Г. Курс математической физики. М.: Наука, 1968. 575 с.
3. Кубышкин Е.П. Методы решения уравнений математической физики.: Учебное пособие. Ярославль, 2004. 79 с.
4. Кубышкин Е.П. Куликов А.Н. Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики».: Учебное пособие. Ярославль, 2008. 103 с.
5. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М.: Физматлит, 2004. - 688 с.
6. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1970. - 96 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Кошляков Н.С., Гликер Э.Б., Смирнов М.М. Основные дифференциальные уравнения математической физики. М. Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1932. - 512 с
2. Олейник О.А. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2005. 261 с. (серия: «Классический университетский учебник»).
3. Вопросы и задачи по курсу «Уравнения математической физики». Методические указания, ч.1. Ярославль. 1997. (Сост. Куликов А.Н.).
4. Куликов А. Н. Вопросы и задачи по курсу "Уравнения математической физики": метод. указ. / А. Н.Куликов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2002. - 10с.
5. Вопросы и задачи по курсу «Уравнения математической физики». Методические указания, ч.2. Ярославль. 2002. (Сост. Куликов А.Н.).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Профессор кафедры математического моделирования, д.ф.-м.н. Е.П. Кубышкин

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Уравнения математической физики»**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 1 «Введение»:**

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 1,

**Задания по теме № 2 «Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона.»:**

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 2 -4,

Решить задачу Дирихле:

$$\Delta u = 0, u(1, \varphi) = f(\varphi) = \begin{cases} \cos^2 2\varphi, & \varphi \in [0; \pi], \\ 1, & \varphi \in (\pi; 2\pi). \end{cases}$$

Решить задачу Дирихле:

$$\Delta u = 0, u(2, \varphi) = f(\varphi) = \begin{cases} \sin^2 2\varphi, & \varphi \in [0; \pi], \\ 1, & \varphi \in (\pi; 2\pi). \end{cases}$$

Решить задачу Дирихле:

$$\Delta u = 0, u(3, \varphi) = f(\varphi) = \begin{cases} \cos^3 3\varphi, & \varphi \in [0; \pi], \\ 1, & \varphi \in (\pi; 2\pi). \end{cases}$$

**Задания по теме № 3 « Уравнение теплопроводности»:**

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 10-12,

Решить краевую задачу

$$u_t = u_{xx} + t \cos \pi x \\ u(0; x) = \cos^2 \pi x, \quad u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_t = u_{xx} + t \sin \pi x \\ u(0; x) = \cos^2 \pi x, \quad u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_t = u_{xx} + t^2 \cos^2 \pi x \\ u(0; x) = \cos \pi x, \quad u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_t = u_{xx} + t^3 \cos^3 \pi x \\ u(0; x) = \cos^2 \pi x, \quad u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

**Задания по теме № 4 «Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка»:**

Решить задачу Коши:

$$x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = x^2 - y, \quad u(1, y) = 2y^2 + \exp(2y).$$

Решить задачу Коши:

$$x^2 \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} = x^3 - y, \quad u(2, y) = 2y + \exp(2y).$$

Решить задачу Коши:

$$x \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial u}{\partial y} = x - y, \quad u(1, y) = 2y + \sin(2y).$$

Решить задачу Коши:

$$x^2 \frac{\partial u}{\partial x} + y^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x + y, \quad u(2, y) = 2y + \exp(2y).$$

**Задания по теме № 5 «Классификация для уравнений второго порядка»:**

Привести к каноническому виду уравнение

$$x \frac{\partial u}{\partial x} - y^2 \frac{\partial u}{\partial y} = x - y,$$

Привести к каноническому виду уравнение

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

Привести к каноническому виду уравнение

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

**Задания по теме №6 «Уравнение колебаний струны»:**

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 5-7,

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xx} + t \cos \pi x \\ u(0; x) = \cos^2 \pi x, u_t(0; x) = \sin^2 2\pi x, u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xx} + t \sin \pi x \\ u(0; x) = \cos^2 \pi x, u_t(0; x) = \sin^2 2\pi x, u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xx} + t^2 \cos^2 \pi x \\ u(0; x) = \cos \pi x, u_t(0; x) = \sin^2 2\pi x, u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xx} + t^3 \cos^3 \pi x$$

$$u(0; x) = \cos^2 \pi x, u_t(0; x) = \sin^2 2\pi x, u_x(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

### Задания по теме №7

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 8,

### Задания по теме №8

методических указаний «Задачи и упражнения по курсу «Уравнения математической физики» (Кубышкин Е.П., Куликов А. Н. / ЯрГУ, 2008). параграф 9-13,

## Контрольная работа № 1

При каких  $a$  задача Неймана имеет решение:

$$\Delta u = 0, \left. \frac{\partial u}{\partial r} \right|_{r=3} = a \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi.$$

Найти соответствующие решения.

Решить задачу Дирихле:

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0, & u(2, \varphi) &= \sin^3 3\varphi, \\ 0 < r < 2, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{3}, & u(r, 0) &= u(r, \frac{\pi}{3}) = 0. \end{aligned}$$

При каких  $a$  задача Неймана имеет решение:

$$\Delta u = 0, \left. \frac{\partial u}{\partial r} \right|_{r=3} = a \sin^2 \varphi + \sin^2 \varphi.$$

Найти соответствующие решения.

Решить задачу Дирихле:

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0, & u(3, \varphi) &= \cos^3 5\varphi, \\ 0 < r < 2, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{6}, & u(r, 0) &= u(r, \frac{\pi}{6}) = 0. \end{aligned}$$

При каких  $a$  задача Неймана имеет решение:

$$\Delta u = 0, \left. \frac{\partial u}{\partial r} \right|_{r=3} = \cos^2 4\varphi + a \sin^2 \varphi.$$

Найти соответствующие решения.

Решить задачу Дирихле:

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0, & u(2, \varphi) &= \cos^3 7\varphi, \\ 0 < r < 2, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{3}, & u(r, 0) &= u(r, \frac{\pi}{3}) = 0. \end{aligned}$$

## Контрольная работа № 2

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xx} + e^t t \cos \pi x$$

$$u(0; x) = \cos^2 \pi x, u_t(0; x) = \sin 2\pi x, u(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = 4u_{xx} + e^t t \sin \pi x$$

$$u(0; x) = \cos \pi x, u_t(0; x) = \sin 2\pi x, u(t, 0) = u(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = 9u_{xx} + e^t \cos \pi x$$

$$u(0; x) = \cos \pi x, u_t(0; x) = \sin 2\pi x, u(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = 16u_{xx} + e^t t^2 \cos \pi x$$

$$u(0; x) = \cos 4\pi x, u_t(0; x) = \sin 4\pi x, u_x(t, 0) = u(t, \pi) = 0.$$

Решить краевую задачу

$$u_{tt} = 25u_{xx} + e^t t \cos \pi x$$

$$u(0; x) = \cos^2 \pi x, u_t(0; x) = \sin 2\pi x, u(t, 0) = u_x(t, \pi) = 0.$$

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету

1. Уравнение Лапласа. Гармонические функции.
2. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа.
3. Принцип макс.
4. Теорема единственности решения задачи Коши.
5. Решение задачи Дирихле в круге методом Фурье
  - а) формализм;
  - б) обоснование.
6. Формула Пуассона.

### Список вопросов к экзамену

1. Дифференциальные уравнения с частными производными 1-го порядка. Их интегрирование.
2. Уравнение 2-го порядка в случае 2-х независимых переменных. Их классификация.
3. Уравнение колебаний струны. Задача Коши. Формула Даламбера.
4. Теорема об единственности решения задачи Коши.
5. Уравнение Лапласа. Гармонические функции.
6. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа.
7. Принцип макс.
8. Теорема единственности решения задачи Коши.
9. Решение задачи Дирихле в круге методом Фурье
  - а) формализм;
  - б) обоснование.

10. Формула Пуассона.
11. Понятие корректности задач математической физики.
12. Задача Неймана. Условие ее разрешимости.
13. Теорема об единственности решения задачи Коши.
14. Решение задачи Неймана в круге методом Фурье.
15. Свойства гармонических функций. Две теоремы о среднем и следствия из них.
16. Теорема о бесконечной дифференцируемости гармонической функции.
17. Неравенство Гарнака. Теорема Лиувилля.
18. Принцип Дирихле: его формулировка; вычисление интеграла Дирихле для гармонических функций, пример Адамара.
19. Обоснование принципа Дирихле.
20. Уравнение теплопроводности. Постановка основных задач.
21. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Следствия из него.
22. Интегрирование простейшей краевой задачи для уравнения теплопроводности методом Фурье:
  - а) формализм;
  - б) обоснование.
23. Интегрирование простейшей краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности.
24. Уравнение колебаний струны. Основные задачи.
25. Теорема единственности для первой краевой задачи.
26. Метод Фурье для уравнения колебаний струны.
27. Метод характеристик. Формула Даламбера.
28. Система уравнений акустики.
29. Обобщенное решение. Два подхода к его выведению.
30. Корректность постановки задач математической физики.
31. Волновое уравнение. Уравнение колебаний мембраны.
32. Уравнение колебаний балки. Метод Фурье для некоторых краевых задач.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Уравнения математической физики»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Уравнения математической физики» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что в основе квантовой механики лежит особый математический аппарат, с помощью которого квантовая механика решает довольно сложные и громоздкие задачи. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным математическим задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом уравнений с частными производными.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы уравнений с частными производными. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом уравнений с частными производными и проведения математических расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольной работы в 6-ом семестре и самостоятельных работ (в аудитории) в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце первого семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет, в конце всего курса – экзамен. Зачет по итогам первого семестра выставляется по итогам тестирования и краткого собеседования по его результатам. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация. Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Уравнения математической физики» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.