

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»**  
**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.4.1**  
 (индекс дисциплины)

**Уравнения математической физики**  
 (Наименование дисциплины)

Кафедра: **4**  
 Код

Высшей математики  
 (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль подготовки: **Энергетика теплотехнологий**

Уровень образования : **Бакалавриат**

**План учебного процесса**

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение						
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72								
	Аудиторные занятия	17								
	Лекции	-								
	Лабораторные занятия	-								
	Практические занятия	17								
	Самостоятельная работа	55								
	Промежуточная аттестация									
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен									
	Зачет	2								
	РГР	2,2								
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>2</b>								
Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная		2								
Очно-заочная										
Заочная										

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

закладка математического фундамента как средства изучения окружающего мира для успешного освоения дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов.

## 1.3. Задачи дисциплины

- привитие и развитие математического мышления,
- воспитание достаточно высокой математической культуры,
- освоение обучаемыми математических методов и основ математического моделирования.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	1, 2
<b>Планируемые результаты обучения</b> <b>Знать:</b> Постановки задач и методы их решения для классических уравнений математической физики. <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• применять физико-математические методы для решения задач в области теплоэнергетики и АСУ;</li><li>• управления жизненным циклом оборудования и ее качеством с применением стандартных программных средств.</li></ul> <b>Владеть:</b> методами выбора и анализа математических моделей физических явлений, численными методами решения основных задач математической физики		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Базируется на компетенциях, сформированных предыдущем уровне образования.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	Очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Нестационарные задачи.</b>			
<b>Тема 1.</b> Волновое уравнение. Начально-краевая задача для волнового уравнения. Формула Римана. Принцип Дюамеля. Область зависимости. Скорость распространения волны. Метод Фурье.	16		
<b>Тема 2.</b> Уравнение теплопроводности. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Решение в полуплоскости. Принцип максимума. Метод Фурье.	14		
<b>Текущий контроль РГР</b>	4		
<b>Учебный модуль 2. Стационарные задачи.</b>			
<b>Тема 3.</b> Краевые задачи для уравнений Лапласа и Пуассона. Формулы Грина. Гармонические функции и их свойства. Интегральное представление гармонической функции. Принцип максимума.	16		
<b>Тема 4.</b> Спектр краевой задачи. Собственные числа и собственные функции: существование, свойства, асимптотика.	14		
<b>Текущий контроль РГР</b>	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине зачет</b>	6		
<b>Всего:</b>	<b>72</b>		

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Не предусмотрены

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форм занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер Семестра	Объем (часы)
1	Решение задач	2	4				
2	Решение задач		4				
3	Решение задач		4				
4	Решение задач		5				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>				

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер Семестра	Кол-во
1	РГР	2	2				
2	Опрос		1				

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	20				
Подготовка к практическим занятиям	2	29				
Подготовка к зачету		6				
ВСЕГО		55				

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические и семинарские занятия	дискуссия, опрос	8		
ВСЕГО:		8		

## 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том I. Механика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 212 с <http://www.iprbookshop.ru/25704>
  2. Белкин П.Н. Теплофизика [Электронный ресурс]: сборник задач/ Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 51 с
- б) дополнительная учебная литература <http://www.iprbookshop.ru/1839>
3. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ветрова В.Т.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 446 с <http://www.iprbookshop.ru/48021>
  4. Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 3. Оптика. Раздел 4. Квантовая физика [Электронный ресурс]/ Н.В. Соина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2013.— 194 с <http://www.iprbookshop.ru/24021>

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

- Краевые задачи в системе Matlab Методическое пособие для студентов направления «Прикладная математика и информатика» [Электронный ресурс]: / З.Л.Абжандадзе, О.Е.Куляхтина, М.Э.Юдовин, 2015г. — Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/5.pdf>
- Уравнения математической физики Методические указания для студентов вечернего и заочного отделений, [Электронный ресурс]: / О.Е.Куляхтина, М.Э. Юдовин, Т.А.Забавникова, Е.А.Титова, 2014г. — Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/4.pdf>
- Математика Методические указания и контрольные задания для студентов технических специальностей заочной формы обучения, [Электронный ресурс]: / И.Ю. Малова, Е.Г. Иванова, Е.А. Титова, К.Ю. Лавров, 2012г. — Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/3.pdf>
- ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Методические указания и контрольные задания (№ 6, № 7, № 8, № 9) для студентов-заочников, [Электронный ресурс]: / 2012г. — Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/vysmat2012.htm>
- МАТЕМАТИКА Методические указания и контрольные задания для студентов технических специальностей заочной формы обучения, [Электронный ресурс]: / 2012г. — Режим доступа: [http://www.nizrp.narod.ru/met\\_3.htm](http://www.nizrp.narod.ru/met_3.htm)

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Электронная библиотека "IPRbooks". [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная библиотека "Книгафонд". [Электронный ресурс]. URL: <http://www.knigafund.ru/books/>

**8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- MicrosoftWindows 8.1
- MicrosoftOfficeProfessional 2013
- PTC Mathcad

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

Аудитория с мультимедийным комплексом.

**8.6 Иные материалы**

Электронный ресурс: <http://window.edu.ru/>

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: работа с конспектом лекций; <ul style="list-style-type: none"> <li>• подготовка ответов к контрольным вопросам;</li> <li>• просмотр рекомендуемой литературы;</li> <li>• решение задач по алгоритму</li> </ul>
Самостоятельная работа	Следует предварительно изучить методические указания по выполнению самостоятельной работы, контрольной работы. <b>При подготовке к зачету</b> необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (перечнем вопросов, пр.), проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

**10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**10.1: Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования**

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2(1,2)	Показывает знание основных понятий и методов высшей математики. Использует математические методы для решения задач в области технологических процессов и производств; Применяет современный математический аппарат.	Устное собеседование. Практическое типовое задание.	1. Перечень вопросов к зачету (вопроса) 2. Практические типовые задания (задачи)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практические задания
Зачтено	Обучающийся показывает глубокое знание основных понятий и теорем, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную литературу; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Волновое уравнение. Решения типа плоской волны.	1
2	Задача Коши для бесконечной струны. Формула Римана.	
3	Начально-краевая задача для волнового уравнения.	
4	Энергетическое неравенство.	
5	Принцип Дюамеля.	
6	Метод Фурье решения начально-краевой задачи.	
7	Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности в полуплоскости.	2
8	Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности.	
9	Принцип максимума для уравнения теплопроводности.	
10	Метод Фурье решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.	
11	Гладкость решения уравнения теплопроводности.	
12	Формулы Грина для оператора Лапласа.	

13	Гармонические функции и их свойства.	3
14	Интегральное представление гармонической функции.	
15	Принцип максимума для гармонических функций.	
16	Задача Дирихле для уравнения Пуассона в круге.	
17	Задача Неймана для уравнения Пуассона в круге.	
18	Самосопряженный оператор краевой задачи.	4
19	Собственные числа и собственные функции краевой задачи.	
20	Асимптотика собственных чисел	

**10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	$u(x, y)$ - гармоническая функция в круге $x^2 + y^2 < 1$ , а на границе круга $u(x, y) = x$ . Пусть $(x_0; y_0)$ некоторая точка внутри круга. Какое из следующих равенств невозможно? 1) $u(x_0; y_0) = 0$ 2) $u(x_0; y_0) = 0,5$ 3) $u(x_0; y_0) = -0,5$ 4) $u(x_0; y_0) = 1,5$	4) так как противоречит принципу максимума
2	$u_1(x, y)$ , $u_2(x, y)$ - решения уравнения $u_{xx} + u_{yy} = f$ в области $\Omega$ . Известно, что $u_1(x, y) _{\Gamma} \geq u_2(x, y) _{\Gamma}$ , где $\Gamma$ - граница $\Omega$ . Верно ли это неравенство внутри $\Omega$ ?	Да, это следует из принципа для гармонических функций
3	$u_1(x, y)$ , $u_2(x, y)$ - решения уравнения $u_{xx} - u_{yy} = f(x, y)$ в области $\Omega$ . Известно, что, $u_1 \leq u_2$ на всей границе области $\Omega$ . Следует ли отсюда, что это неравенство верно и внутри $\Omega$ ?	Нет, так как принцип максимума неверен для гиперболических уравнений
4	$u_{tt} - 4u_{xx} = 0, \quad t > 0, \quad -\infty < x < +\infty$ $u(x, 0) \equiv 0, \quad u_t(x, 0) = \begin{cases} 1, & x \in (0; 2) \\ 0, & x \notin (0; 2) \end{cases}$ Вычислить $u(3, 1)$	Применим формулу Римана $u(3, 1) = \frac{1}{4} \int_1^5 u_t(y, 0) dy = \frac{1}{4} \int_1^2 dy = 0,25$
5	Бесконечная струна имеет в начальный момент форму $u(x, 0) = \begin{cases} \sqrt{1 -  x }, &  x  \leq 1 \\ 0, &  x  > 1 \end{cases}$ . Начальная скорость равна нулю. Уравнение струны $u_{tt} - 2u_{xx} = 0$ . Найти полную энергию струны при $t = 360$ .	Энергия при $t = 360$ такая же, как при $t = 0$ . Отсюда $E = \int_{-1}^1 u^2(x, 0) dx = 1$



6	Чему равна скорость распространения плоской волны для уравнения $3u_{tt} - u_{xx} = 0$ ? 1) 1    2) 3    3) $1/3$ 4) $1/\sqrt{3}$	4)
7	Какому условию должны удовлетворять коэффициенты уравнения $Au_{tt} + 2Bu_{xt} + Cu_{xx} = 0$ , чтобы оно имело решения типа плоской волны?	$AC < B^2$
8	Два физических процесса описываются уравнениями 1) $u_{tt} - u_{xx} = 0$ и 2) $u_t - u_{xx} = 0$ соответственно. В каком из них оба направления хода времени $t$ равноправны?	В 1)
9	Имеет ли решение задача $\Delta u = 0$ , $(x, y, z) \in \Omega$ , $\left. \frac{\partial u}{\partial n} \right _{\partial\Omega} = 1$ ?	Нет, так как не выполнено необходимое условие разрешимости
10	$u(x, t)$ – решение уравнения $u_t = u_{xx}$ , $0 < x < 2$ , $0 < t < +\infty$ , удовлетворяющее условиям $u(0, t) = u(2, t) = 0$ , $u(x, 0) = 2x - x^2$ Может ли при этом быть, что $u(1, 1) = 2$ ?	Нет, следует из принципа максимума

### 10.3. Методические материалы,

определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4)

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная       письменная       компьютерное тестирование

#### 10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться справочными таблицами;
- Время на подготовку ответа по билету 45