

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного факультета

С.Ю. Труднев

2019 г.



« 17 » 04

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Уравнения математической физики»**

Направление подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы  
жизнеобеспечения»  
(уровень бакалавриата)

профиль:  
«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский,  
2019

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы  
Старший преподаватель кафедры ВМ



М.О. Карноушенко

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Высшей математики» 17.04.2019, протокол № 8.

И.о. заведующий кафедрой «Высшая математика»



И.А. Рычка

« 17 » 04 2019 г.

## 1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Уравнения математической физики» является изучение основных разделов курса теории дифференциальных уравнений в частных производных, в узком смысле - линейных уравнений второго порядка, описывающих состояние точек сплошной среды в первом, и наиболее важном приближении.

Основная задача курса «Уравнения математической физики» заключается в развитии у студентов современных форм математического мышления и обучении студентов методам построения анализа математических моделей физических явлений и процессов.

Целью математического образования специалиста является:

- Воспитание достаточно высокой математической культуры;
- Привитие навыков современных видов математического мышления;
- Привитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.

## 2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат.

ПК-2 – готовность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат	<b>Знать:</b> основные определения, свойства, формулы и теоремы читаемых разделов уравнений математической физики	З(ПК-1)1
		<b>Уметь:</b> применять теоретические знания для решения практических задач	У(ПК-1)1
		<b>Владеть:</b> основными понятиями, определениями, теоремами и алгоритмами решения типовых задач	В(ПК-1)1
ПК-2	готовность применять физико-математический	<b>Знать:</b> основные определения,	З(ПК-2)1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
	аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	свойства, формулы и теоремы читаемых разделов уравнений математической физики	
		<b>Уметь:</b> применять теоретические знания для решения практических задач	У(ПК-2)1
		<b>Владеть:</b> основными понятиями, определениями, теоремами и алгоритмами решения типовых задач	В(ПК-2)1

### 3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Учебная дисциплина «Уравнения математической физики» является вариативной дисциплиной в структуре образовательной программы.

В системе вузовской подготовки изучение дисциплины «Уравнения математической физики» основано на курсе математики.

Материал, изученный студентами в курсе, является базовым для освоения дисциплин: «Теория и расчет цикла криогенных систем», «Основы автоматизированного проектирования».

### 4 Содержание дисциплины

#### 4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1 «Введение. Задачи математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 2 «Каноническая форма записи уравнений математической	8	6	2	4		2	Опрос,	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
физики»							решение задач	
Тема 3 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 4 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 5 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 6 «Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 7 «Дифференциальные характеристики векторных полей»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 8 «Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Тема 9 «Численные методы решения задач математической физики»	8	6	2	4		2	Опрос, решение задач	
Зачет								
Всего	72	54	18	36		18		

#### 4.2 Тематический план дисциплины для заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1 «Введение. Задачи математической физики»	5	1		1		4	Опрос, решение задач	
Тема 2 «Каноническая форма записи уравнений математической	5	1		1		4	Опрос,	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
физики»							решение задач	
Тема 3 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	9	1		1		8	Опрос, решение задач	
Тема 4 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	9	1		1		8	Опрос, решение задач	
Тема 5 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»	9	1	1			8	Опрос, решение задач	
Тема 6 «Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики»	5	1	1			4	Опрос, решение задач	
Тема 7 «Дифференциальные характеристики векторных полей»	9	1	1			8	Опрос, решение задач	
Тема 8 «Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат»	9	1	1			8	Опрос, решение задач	
Тема 9 «Численные методы решения задач математической физики»	8					8	Опрос, решение задач	
Зачет	4							4
Всего	72	8	4	4		60		4

### 4.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1 «Введение. Задачи математической физики»

##### Лекция

Предмет, объект, цели и задачи дисциплины. Программа курса, ее реализация во времени. Требования к итоговой аттестации. Литература. Задачи математической физики. Классификация уравнений и систем уравнений с частными производными

*Основные понятия темы:* классификация систем уравнений

##### Практическое занятие

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

Решение задач

№№ 17.1-17.5 из [3]

#### Тема 2 «Каноническая форма записи уравнений математической физики»

##### Лекция

Приведение уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Каноническая форма записи уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.

*Основные понятия темы:* каноническая форма записи уравнений второго порядка

##### Практическое занятие

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач

№№ 17.12-17.17 из [3].

### **Тема 3 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики.»**

*Лекция*

Вывод уравнения колебаний струны. Вывод уравнения колебаний мембраны. Уравнение неразрывности. Уравнения движения идеальной жидкости. Закон Фурье. Уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле.

*Основные понятия темы: уравнение колебаний струны, закон Фурье*

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач

№№ 1-11 из [3].

### **Тема 4 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»**

*Лекция*

Телеграфное уравнение. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Краевые и начальные задачи. Типы граничных условий. Колебания бесконечной струны. Формула Даламбера. Частные случаи формулы Даламбера.

*Основные понятия темы: краевые и начальные задачи, формула Даламбера*

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач

№№ 122-125 из [3].

№№ 1.37-1.42 из [3].

### **Тема 5 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики» (Продолжение)**

*Лекция*

Колебания струны, закрепленной на концах. Метод разделения переменных. Общая схема метода Фурье. Вынужденные колебания ограниченной струны. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Колебания прямоугольной мембраны. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике.

*Основные понятия темы: решение уравнения теплопроводности*

*Практическое занятие*

*Форма занятия: миниконференция*

Примерные темы докладов:

1. Тепловые потенциалы.
2. Задача Стефана.
3. Фундаментальное решение уравнения Лапласа и функции Грина.
4. Оператор Лапласа в криволинейных координатах.
5. Интегральные уравнения первого рода (некорректные задачи).

## **Тема 6 «Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики.»**

*Лекция*

Преобразование Лапласа и его свойства. Применение Преобразования Лапласа в задачах математической физики.

*Основные понятия темы:* Преобразование Лапласа

*Практическое занятие*

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

Решение задач

№№ 521, 537 из [3]. 16.1 – 16.5 из [3]

## **Тема 7 «Дифференциальные характеристики векторных полей.»**

*Лекция*

Дифференциальные характеристики векторных полей к криволинейной ортогональной системе координат. Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат.

*Основные понятия темы:* векторное поле

*Практическое занятие*

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

№№ 162-169 из [3].

## **Тема 8 «Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат»**

*Лекция*

Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Формула Пуассона. Элементы теории потенциала.

*Основные понятия темы:* Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге, формула Пуассона.

*Практическое занятие*

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

№№ 148-151 из [3]

## **Тема 9 «Численные методы решения задач математической физики.»**



### *Лекция*

Интегральные уравнения Вольтерры. Метод последовательных приближений. Интегральные уравнения в теории потенциала. Численные методы решения задач математической физики.

*Основные понятия темы:* Метод последовательных приближений

### *Практическое занятие*

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

№№ Гл 7, 31-33 из [3].

### **Самостоятельная работа студента**

Изучение учебной литературы. [3], [3].

Решение задач по темам Глава 1, раздел 10, задачи 1-7 из [3].

Решение расчетно-графического задания.

### **5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

#### **6.1 Структура фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Уравнения математической физики» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

– перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования  
перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

– описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

– типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### ***6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.***

1. Вывод уравнения колебаний струны.
2. Вывод уравнения колебаний мембраны.
3. Вывод уравнения распространения тепла в изотропном твердом теле.
4. Вывод уравнения неразрывности.
5. Вывод уравнений движения идеальной жидкости.
6. Телеграфное уравнение.
7. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.
8. Граничные условия. Их типы и примеры краевых задач первого, второго и третьего родов.
9. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай гиперболического типа.
10. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай параболического типов
11. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай эллиптического типов
12. Колебания бесконечной струны. Формула Даламбера. Частные случаи формулы Даламбера.
13. Задача Коши для волнового уравнения.
14. Формула Пуассона.
15. Корректность краевых задач. Пример Адамара.
16. Метод разделения переменных для решения первой краевой задачи колебаний струны.
17. Общая схема метода Фурье.
18. Решение методом разделения переменных неоднородных уравнений с ненулевыми граничными условиями.
19. Метод разделения переменных для решения неоднородного волнового уравнения.
20. Метод разделения переменных для решения уравнения Лапласа в круге.
21. Колебания прямоугольной мембраны.
22. Обоснование метода Фурье. Теорема Стеклова.
23. Колебания прямоугольной мембраны.
24. Остывание ограниченного стержня.
25. Остывание неограниченного уравнения.
26. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.
27. Коэффициенты Ламе.
28. Градиент в ортогональной криволинейной системе координат.
29. Дивергенция в ортогональной криволинейной системе координат.
30. Оператор Лапласа в ортогональной криволинейной системе координат.
31. Дифференциальные характеристики полей в цилиндрической системе координат.
32. Дифференциальные характеристики полей в сферической системе координат.

33. Фундаментальное решение уравнения Лапласа.
34. Теоремы Гарнака.
35. Первая и вторая формулы Грина.
36. Основная интегральная формула Грина.
37. Основные свойства гармонических функций.
38. Теоремы Гарнака.
39. Объемный потенциал и его свойства.
40. Поверхности Ляпунова.
41. Потенциал простого слоя.
42. Потенциал двойного слоя.
43. Классификация интегральных уравнений.
44. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.
45. Метод последовательных приближений для решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода.
46. Метод последовательных приближений для решения интегрального уравнения Вольтерры второго рода.
47. Резольвента и ее свойства.
48. Первая теорема Фредгольма о разрешимости интегральных уравнений второго рода.
49. Вторая теорема Фредгольма.
50. Основные теоремы о симметричных уравнениях.
51. Теорема Гильберта-Шмидта.
52. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Гильберта.
53. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Коши.
54. Пространства Соболева.
55. Обобщенные решения дифференциальных уравнений.
56. Неравенство Фридрихса.
57. Неравенство Пуанкаре.
58. Преобразование Лапласа. Основные понятия. Оригинал.
59. Теорема о дифференцировании оригинала.
60. Теорема о дифференцировании изображения.
61. Вычисление изображений тригонометрических, гиперболических, степенных функций.
62. Теорема об интегрировании оригинала.
63. Теорема об интегрировании изображения.
64. Теорема смещения.
65. Теорема запаздывания.
66. Формула свертки.
67. Формула обращения Меллина.
68. Вычисление оригиналов с помощью вычетов.
69. Применение операционного исчисления для решения интегральных уравнений.
70. Применение операционного исчисления для решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
71. Применение операционного исчисления для решения уравнений в частных производных.
72. Принципы построения разностных схем.
73. Численная реализация разностных схем.
74. Устойчивость разностных схем. Признак Наймана.

## 7 Рекомендуемая литература

### **7.1 Основная литература**

1. Власова Е.А. и др. Приближенные методы математической физики. - М.: МГТУ им. Баумана, 2001. - 700 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

2. Вержбицкий В.М. Численные методы: линейная алгебра и нелинейные уравнения: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2000.
3. Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие: в 2 ч. – М.: Высшая школа, 1999

### **7.3 Методические указания по дисциплине**

4. Батуев Э.Н. «Уравнения математической физики» - программа курса и методические указания к изучению дисциплины для курсантов и студентов инженерных специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения – Петропавловск-Камчатский :КамчатГТУ, 2012.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Библиотека Либертариума»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>
2. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам разработки стратегии, организации их эффективной реализации; обсуждению вопросов, трактовка которых в литературе еще не устоялась либо является противоречивой. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Конкретные методики, модели, методы и инструменты разработки, принятия, оптимизации стратегических управленческих решений рассматриваются на практических занятиях.

**Целью проведения практических (семинарских) занятий** является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них

представляются и обсуждаются доклады, обсуждаются вопросы по теме (дискуссии), разбираются конкретные ситуации из практики российского государственного и муниципального управления, проводится тестирование, проводятся опросы, также предусмотрено выполнение практических заданий. Для подготовки к занятиям семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, ориентируясь на вопросы для обсуждения, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Практические занятия проводятся по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам), они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании отдельного вопроса (вопросов) лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная особенность любого семинара - наличие элементов дискуссии, проблемы, диалога между преподавателем и обучающимися и самими обучающимися. Семинары выступают формой текущего контроля знаний обучающихся

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

#### 1. Лекция:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;
- лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

#### 2. Семинар:

- тематический семинар - этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Перед началом семинара обучающимся дается задание - выделить существенные стороны темы. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.
- проблемный семинар - перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данной темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем.

#### 3. Игровые методы обучения:

- анализ конкретных ситуаций (КС). Под конкретной ситуацией понимается проблема, с которой тот или иной обучаемый, выступая в роли руководителя или иного профессионала, может в любое время встретиться в своей деятельности, и которая требует от него анализа, принятия решений, каких-либо конкретных действий. В этом случае на учебном занятии слушателям сообщается единая для всех исходная информация, определяющая объект управления. Преподаватель ставит перед обучаемыми задачу по анализу данной обстановки, но не формулирует проблему, которая в общем виде перед этим могла быть выявлена на лекции. Обучающиеся на основе исходной информации и результатов ее анализа сами должны сформулировать проблему и найти ее решение. В ходе занятия преподаватель может вводить возмущающее воздействие, проявляющееся в резком изменении обстановки и требующее от обучаемых неординарных действий. В ответ на это слушатели должны принять решение, устраняющее последствие возмущающего воздействия или уменьшающее его отрицательное влияние.

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Текущий контроль знаний осуществляется в форме проведения семинаров, решения задач, тестирования, а также в предусмотренных формах контроля

самостоятельной работы. Консультации преподавателя проводятся для обучающихся с целью дополнительных разъяснений и информации по возникающим вопросам при выполнении самостоятельной работы или подготовке к практическим (семинарским) занятиям, подготовке рефератов, а также при подготовке к экзамену. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре, обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. Дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.

## **10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

### ***10.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***10.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft PowerPoint

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

На кафедре имеется 7 аудиторий для проведения лекционных и практических занятий, аудитория для проведения интерактивных занятий с проектором и компьютером с установленной программой PowerPoint.