

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент А.С. Егоров

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.03 Технология геологической разведки
Специализация:	Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых
Квалификация выпускника:	горный инженер-геофизик
Форма обучения:	очная
Составитель:	кандидат ф.-м.н. Яковлева А.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» разработана

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», утвержденного приказом Минобрнауки России № 977 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», специализация «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых».

Составитель _____ к.ф-м.н., доц. А.А. Яковлева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики от 27.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой
Высшей математики _____ д.т.н., профессор А.П. Господариков

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель дисциплины:

- подготовка выпускника, владеющего классическими и современными математическими методами решения задач;
- обучение навыкам построения и применения математических моделей в профессиональной практике;
- изучение методов математической обработки результатов профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

- изучение методов математической физики;
- приобретение дополнительных математических знаний, способствующих успешному освоению различных курсов профессионального цикла и смежных дисциплин;
- формирование достаточно высокой математической культуры;
- приобретение навыков решения технических задач, необходимых для инновационного развития.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки» и изучается в 5 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Уравнения математической физики» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Знать методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Уметь применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. УК-1.3. Владеть методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать современные программные обеспечения общего, специального назначения (в том числе программы математического моделирования, цифровой обработки информации, средств трехмерной визуализации полученных результатов) ОПК-6.2. Уметь работать с программным обеспечением общего, специального назначения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Уравнения математической физики» составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	21	21
Расчетно-графическая работа (РГР)	10	10
Выполнение домашних заданий	6	6
Подготовка к практическим занятиям	5	5
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Специальные функции	20	10	4	-	6
Раздел 2. Уравнения математической физики	52	24	13	-	15
Всего:	72	34	17	-	21
Подготовка к экзамену	36				
Итого	108				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел I	Гамма-функция. Интеграл Эйлера. Определение гамма-функции, свойства, частные значения, график, представления. Бэта-функция. Определение, представления, связь с гамма-функцией. Функции Бесселя. Дифференциальные уравнения Бесселя, виды, структура общего решения при различных p . Виды функций Бесселя, их представления, свойства и графики, асимптотика функций Бесселя. Некоторые рекуррентные формулы для функций Бесселя и следствия из них, интегрирование функций Бесселя. Интегральные представления для функций Бесселя. Первый и второй интегралы Вебера-Липшица, интегралы Ломмеля.	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2.	Раздел 2	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Уравнение переноса. Общее решение линейного дифференциального уравнения с частными производными первого порядка. Задача Коши. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка. Волновое уравнение. Метод Даламбера и метод Фурье. Решение волнового уравнения в случае неоднородных граничных условий. Вынужденные колебания струны и мембраны. Электрические колебания в длинных линиях. Уравнения теплопроводности и диффузии. Линейная задача при однородных и неоднородных краевых условиях. Случай неограниченного стержня. Точечный источник тепла. Уравнения Лапласа и Пуассона. Собственные функции и собственные значения оператора Лапласа. Задача каротажа.	24
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия.

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Специальные функции	4
2.	Раздел 2.	Уравнения математической физики	13
Итого			17

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

4.2.6. Примерные варианты расчетно-графических работ

Задание 1). Однородная струна, закрепленная на концах $x = -l$ и $x = l$, в начальный момент времени оттянута в точках $x = -a$ и $x = a$ на расстояние h , т.е. струне придана форма равнобочной трапеции. Определить смещение точек струны от прямолинейного положения равновесия, предполагая, что начальные скорости отсутствуют.

Задание 2). Определить закон остывания однородного стержня с теплоизолированной боковой поверхностью, если его начальная температура $f(x)$, конец $x = 0$ теплоизолирован, а другой конец $x = l$ поддерживается при постоянной температуре u_0 .

Задание 3). Найти стационарное распределение температуры внутри бесконечного цилиндра радиуса R , если на его поверхности поддерживается температура, изменяющаяся по закону $A \sin \varphi$, где $A = \text{const}$. Задача приводится к решению уравнения

$$\rho^2 \frac{\partial^2 u}{\partial \rho^2} + \rho \frac{\partial u}{\partial \rho} + \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} = 0$$

при граничном условии

$$u(\rho, \varphi) \Big|_{\rho=R} = A \sin \varphi.$$

4.2.7. Примерные варианты домашних заданий.

Тема «Специальные функции»

Задание 1). Вычислить интегралы с помощью гамма и бэ́та-функций.

$$1. \int_0^{\infty} \frac{x^3 dx}{\sqrt[4]{1+x^3}} \quad (\text{положить } 1+x^3 = \frac{1}{t}). \quad 2. \int_0^{\infty} \frac{x dx}{(1+x^4)^3} \quad (\text{положить } 1+x^4 = \frac{1}{t}).$$

Задание 2). Найти общее решение уравнения Бесселя $x^2 y'' + xy' + (x^2 - p^2)y = 0$ при $p: 0, 2, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$.

Задание 3). Функцию $y = x^m$ на отрезке $[0,1]$ разложить в ряд по функциям Бесселя

$J_m(\lambda_1 x); J_m(\lambda_2 x); \dots; J_m(\lambda_n x); \dots$, где λ_k - корни уравнения $J_m(x) = 0$.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Специальные функции

1. Интегрирование функций Бесселя.
2. Интегральные представления для функций Бесселя.
3. Первый и второй интегралы Вебера-Липшица, интегралы Ломмеля.
4. Разложение функций в ряды Бесселя-Фурье.

Раздел 2. Уравнения математической физики

Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.

Приложение операционного исчисления к решению задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену (по дисциплине):

1. Интеграл Эйлера
2. Гамма-функция: определение и свойства.
3. Бэ́та-функция: определение и свойства.
4. Бэ́та-функция в тригонометрической форме.
5. Связь гамма- и бэ́та-функции.
6. Приложение гамма- и бэ́та-функции к вычислению интегралов.
7. Уравнение Бесселя.
8. Функции Бесселя 1 рода.
9. Функции Бесселя 2 рода
10. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя 1 рода.
11. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя 2 рода.
12. Интегральное представление функций Бесселя 1 рода.
13. Интегральное представление функций Бесселя 2 рода.
14. Оценка функций Бесселя 1 рода нулевого порядка.
15. Функции Макдональда
16. Интегралы Ломмеля.
17. Интеграл Вебера-Липшица
18. Полиномы Лежандра
19. Уравнение переноса.
20. Уравнение Максвелла
21. Уравнения колебаний. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны.
22. Продольные колебания стержня.
23. Уравнения теплопроводности. Вывод уравнения распространения тепла.
24. Стационарные уравнения. Вывод уравнения стационарного течения жидкости при отсутствии источников.
25. Классификация уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
26. Характеристики дифференциальных уравнений. Приведение уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду.
27. Постановка основных краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка.
28. Задача Дирихле и задача Неймана
29. Корректность постановки задач математической физики.
30. Задача Коши для однородного уравнения колебания струны.
31. Формула Даламбера.
32. Физический смысл формулы Даламбера.

33. Метод Даламбера для полубесконечной струны.
34. Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны.
35. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения колебания струны.
36. Отличия метода Даламбера и метода Фурье.
37. Задача о свободных колебаниях струны с неоднородными граничными условиями.
38. Метод интегрального преобразования Лапласа для волнового уравнения с неоднородными граничными условиями.
39. Свободные колебания конечной струны с закрепленными концами без начального отклонения с начальным сосредоточенным импульсом.
40. Радиальные колебания круглой мембраны. Уравнения Бесселя.
41. Уравнения теплопроводности
42. Уравнение диффузии.
43. Постановка краевых задач.
44. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности (однородная краевая задача).
45. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения теплопроводности.
46. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности на полубесконечной прямой.
47. Распространение тепла в прямоугольной пластине.
48. Краевая задача для уравнения эллиптического типа.
49. Некоторые частные решения уравнения Лапласа.
50. Метод Фурье для уравнения Лапласа
51. Решение краевой задачи Дирихле для круга.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Указать, какой из интегралов определяет гамма-функцию $\Gamma(s)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\int_0^1 e^{-t} t^{s-1} dt$ 2. $\int_0^{\infty} e^{-t} t^{1-s} dt$ 3. $\int_0^{\infty} t^{s-1} dt$ 4. $\int_0^{\infty} e^{-t} t^{s-1} dt$
2.	Указать рекуррентную формулу для гамма-функции	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Gamma(s+1) = s\Gamma(s)$ 2. $\Gamma(s+1) = (s+1)\Gamma(s)$ 3. $\Gamma(s) = s\Gamma(s+1)$ 4. $\Gamma(s) = (s+1)\Gamma(s+1)$
3.	Указать, по какой формуле вычисляется $\Gamma(n + \frac{1}{2})$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{2n!\sqrt{n}}{2^{2n} n!}$ 2. $\frac{(2n)!\sqrt{\pi}}{2^{2n} n!}$ 3. $\frac{(2n)!\sqrt{n}}{n!}$ 4. $\frac{n!\sqrt{n}}{2^n (2n)!}$

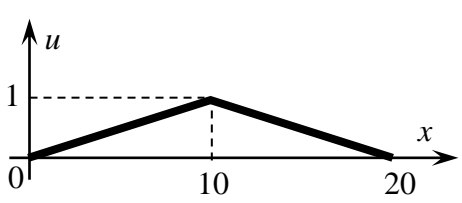
№	Вопрос	Варианты ответа
4.	Указать условия, указывающие, что оба конца стержня длиной l теплоизолированы.	1. $u(0,t) = 0, u'_x(l,t) = 0$ 2. $u(0,t) = 0, u(l,t) = 0$ 3. $\begin{cases} hu(0,t) - ku'_x(0,t) = 0, \\ hu(l,t) - ku'_x(l,t) = 0 \end{cases}$ 4. $u'_x(0,t) = 0, u'_x(l,t) = 0$
5.	Собственными значениями задачи Штурма-Лиувилля называются значения параметра λ , при которых имеет ненулевые решения задача	1. $X''(x) + \lambda X(x) = 0, X(0) = X(l) = 1.$ 2. $X'(x) + \lambda X(x) = 0, X(0) = X(l) = 1.$ 3. $X'(x) + \lambda X(x) = 0, X(0) = X(l) = 0.$ 4. $X''(x) + \lambda X(x) = 0, X(0) = X(l) = 0.$
6.	Указать общее решение ДУ $X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0.$	1. $C \cos \lambda x$ 2. $C_1 \cos \lambda x + C_2 \sin \lambda x$ 3. $C \sin \lambda x$ 4. $C_1 e^{\lambda x} + C_2 e^{-\lambda x}$
7.	Указать общее решение ДУ $T'(t) + 4T(t) = 0.$	1. Ce^{-4t} 2. Ce^{-2t} 3. $C_1 e^{2t} + C_2 e^{-2t}$ 4. $C_1 \cos 2t + C_2 \sin 2t$
8.	Указать функцию, задающую начальное положение струны, изображенной на рисунке	1. $u(x,0) = 0,01x^2$ 2. $u(x,0) = 0,01x(10 - x)$ 3. $u(x,0) = 0,01(x - 10)^2$ 4. $u(x,0) = 0,01x(20 - x)$
9.	Слагаемое $\frac{f(x-at) + f(x+at)}{2}$ в формуле Даламбера вызвано тем, что точкам струны в начальный момент времени заданы	1. Начальные скорости. 2. Начальные ускорения. 3. Начальные отклонения. 4. В пп. 1-3 нет правильного ответа.
10.	Решением краевой задачи $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(0,t) = u(l,t) = 0,$ $u(x,0) = f(x), u'_t(x,0) = F(x)$ является функция	1. $u(x,t) = \frac{f(x-at) + f(x+at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(z) dz$ 2. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{\pi n a t}{l} + B_n \sin \frac{\pi n a t}{l} \right) \sin \frac{\pi n x}{l}$ 3. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{\pi n a}{l}\right)^2 t} \sin \frac{\pi n x}{l}$ 4. $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n e^{\frac{\pi n y}{b}} + B_n e^{-\frac{\pi n y}{b}} \right) \sin \frac{\pi n x}{a}$

№	Вопрос	Варианты ответа
11.	Математическая задача, моделирующая процесс колебаний струны, когда концы струны не влияют на колебания, называется	1. Задачей Дирихле. 2. Задачей Неймана. 3. задачей Коши. 4. Задачей Штурма-Лиувилля.
12.	Указать уравнение Лапласа	1. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$ 2. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ 3. $y \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ 4. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \phi(x)$
13.	Решением задачи Коши $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $u(x,0) = 0$, $u'_t(x,0) = 12 \cos x$ является функция $u(x,t) =$	1. $\frac{\sin(x+3t) - \sin(x-3t)}{6}$ 2. 2. $2[\sin(x+3t) - \sin(x-3t)]$ 3. $\frac{\sin(x+3t) + \sin(x-3t)}{6}$ 4. 4. $2[\sin(x+3t) + \sin(x-3t)]$
14.	Решением задачи $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $u(0,t) = u(2,t) = 0$, $u(x,0) = f(x)$, $u'_t(x,0) = 0$ является функция $u(x,t) =$	1. $\sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{2}$ 2. 2. $\sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(2n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{2}$ 3. $\sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(2n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{2}$ 4. 4. $\sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{2}$
15.	Функция $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{\pi n a t}{l} + B_n \sin \frac{\pi n a t}{l} \right) \sin \frac{\pi n x}{l}$ является решением	1. Волнового уравнения. 2. Уравнения теплопроводности. 3. Уравнения Пуассона. 4. Уравнения Лапласа.
16.	Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ является	1. Гиперболическим. 2. Параболическим. 3. Эллиптическим. 4. Правильного ответа в пп.1–3 нет.
17.	Коэффициент a в уравнении теплопроводности называется	1. Коэффициентом удельной теплоемкости. 2. Коэффициентом индуктивности. 3. Коэффициентом теплопроводности. 4. Коэффициентом температуропроводности.

№	Вопрос	Варианты ответа
18.	Задача вида $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial n} \Big _S = \varphi$ называется	1. Задачей Штурма-Лиувилля. 2. Задачей Коши. 3. Задачей Неймана. 4. Задачей Дирихле.
19.	Если E — модуль Юнга, а ρ — плотность стержня, то в уравнении продольных колебаний стержня $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ коэффициент a равен	1. $a = \left(\frac{E}{\rho}\right)^2$ 2. $a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ 3. $a = \ln\left(\frac{E}{\rho}\right)$ 4. $a = \ln^2\left(\frac{E}{\rho}\right)$
20.	Определить тип дифференциального уравнения с частными производными $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 4 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 5y \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$	1. Гиперболическое. 2. Параболическое. 3. Эллиптическое. 4. Правильного ответа в пп.1–3 нет.

Вариант № 2

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Указать значение $\Gamma(1)$	1. 0.5 2. $\sqrt{\pi}$ 3. 1 4. 0
2.	Указать, при каких значениях параметра s интеграл Эйлера, определяющий гамма-функцию, сходится	1. $s \leq 0$ 2. $0 < s < 1$ 3. $s < 0$ 4. $s > 0$
3.	Указать, по какой формуле можно определить гамма-функцию при отрицательных нецелых значениях параметра s	1. $\Gamma(s) = \Gamma(s+1)/s$ 2. $\Gamma(s) = s\Gamma(s+1)$ 3. $\Gamma(s) = (s+1)\Gamma(s+1)$ 4. невозможно определить
4.	Указать функцию Бесселя 1 рода порядка “-р”	1. $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k! \Gamma(k-p+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k+p}$ 2. $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k! \Gamma(k-p+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k+p}$ 3. $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k! \Gamma(k-p+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k-p}$ 4. $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k! \Gamma(k+p+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k-p}$

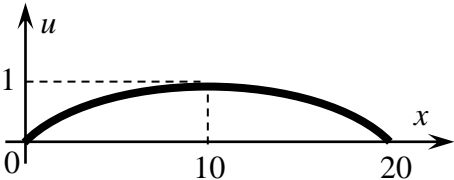
№	Вопрос	Варианты ответа
5.	Указать собственные значения задачи Штурма-Лиувилля $X''(x) + \lambda X(x) = 0,$ $X(0) = X(l) = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> $\lambda = \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2$ $\lambda = \left(\frac{n}{l}\right)^2$ $\lambda = \left(\frac{n\pi}{l}\right)^2$ $\lambda = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2$
6.	Указать общее решение ДУ $Y''(y) - \lambda^2 Y(y) = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> $C \cos \lambda x$ $C_1 \cos \lambda x + C_2 \sin \lambda x$ $C \sin \lambda x$ $C_1 e^{\lambda x} + C_2 e^{-\lambda x}$
7.	Указать общее решение ДУ $X''(x) + 9X(x) = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> $C_1 \cos 9x + C_2 \sin 9x$ $C_1 \cos 3x + C_2 \sin 3x$ $C_1 e^{3x} + C_2 e^{-3x}$ $C_1 e^{9x} + C_2 e^{-9x}$
8.	Указать функцию, задающую начальное положение струны, изображенной на рисунке 	<ol style="list-style-type: none"> $u(x,0) = 0,1x$ $u(x,0) = 1 - 0,1 x - 10$ $u(x,0) = 1 - 0,1 20 - x$ $u(x,0) = 0,1 10 - x$
9.	Слагаемое $\frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(z) dz$ в формуле Даламбера вызвано тем, что точкам струны в начальный момент времени заданы	<ol style="list-style-type: none"> Начальные скорости. Начальные ускорения. Начальные отклонения. В пп. 1-3 нет правильного ответа.
10.	Решением краевой задачи $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$ $u(0, y) = u(a, y) = 0,$ $u(x, 0) = \varphi(x), u(x, b) = \psi(x)$ является функция	<ol style="list-style-type: none"> $u(x, t) = \frac{f(x-at) + f(x+at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(z) dz$ $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{\pi n a t}{l} + B_n \sin \frac{\pi n a t}{l} \right) \sin \frac{\pi n x}{l}$ $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{\pi n a}{l}\right)^2 t} \sin \frac{\pi n x}{l}$ $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n e^{\frac{\pi n y}{b}} + B_n e^{-\frac{\pi n y}{b}} \right) \sin \frac{\pi n x}{a}$

№	Вопрос	Варианты ответа
11.	В уравнении $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ функция $u(x, t)$ является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температурой в точке x в момент времени t. 2. Плотностью вещества в точке x в момент времени t. 3. Отклонением точки x от ее начального положения в момент времени t. 4. В пп. 1–3 нет правильного ответа.
12.	Ненулевое решение ДУ $X''(x) + \lambda X(x) = 0$, удовлетворяющее нулевым граничным условиям, существует, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\lambda < 0$ 2. $\lambda = 0$ 3. $\lambda > 0$ 4. $\lambda \geq 0$
13.	Решением задачи $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 64 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(0, t) = u(4, t) = 0,$ $u(x, 0) = f(x), u'_t(x, 0) = F(x)$ является функция $u(x, t) =$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{n\pi t}{4} + B_n \sin \frac{n\pi t}{4} \right) \sin \frac{n\pi x}{4}.$ 2. $\sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos 16n\pi t + B_n \sin 16n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{4}.$ 3. $\sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos 2n\pi t + B_n \sin 2n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{4}.$ 4. $\sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{n\pi t}{2} + B_n \sin \frac{n\pi t}{2} \right) \sin \frac{n\pi x}{4}.$
14.	Решением задачи $\frac{\partial u}{\partial t} = 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(0, t) = u(3, t) = 0,$ $u(x, 0) = f(x)$ является функция $u(x, t) =$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-n^2 \pi^2 t} \sin \frac{n\pi x}{3}$ 2. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{n\pi}{9}\right)^2 t} \sin \frac{n\pi x}{3}$ 3. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{n\pi}{3}\right)^2 t} \sin \frac{n\pi x}{3}$ 4. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-n^2 \pi^2 t} \sin n\pi x$
15.	Функция $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n e^{\frac{\pi n y}{b}} + B_n e^{-\frac{\pi n y}{b}} \right) \sin \frac{\pi n x}{a}$ является решением	<ol style="list-style-type: none"> 1. Волнового уравнения. 2. Уравнения теплопроводности. 3. Задачи Дирихле для прямоугольника. 4. Задачи Дирихле для круга.
16.	Уравнение $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гиперболическим. 2. Параболическим. 3. Эллиптическим. 4. Правильного ответа в пп. 1–3 нет.
17.	Задача вида $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, u _S = \varphi$ называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Задачей Штурма-Лиувилля. 2. Задачей Коши. 3. Задачей Неймана. 4. Задачей Дирихле.

№	Вопрос	Варианты ответа
18.	Уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$ является уравнением Лапласа	1. в декартовых координатах 2. в сферических координатах; 3. в цилиндрических координатах; 4. в полярных координатах.
19.	Если k — коэффициент теплопроводности стержня, c — удельная теплоемкость, ρ — плотность стержня, то в уравнении теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ коэффициент a равен	1. $a = \sqrt{\frac{k}{c\rho}}$ 2. $a = \sqrt{\frac{ck}{\rho}}$ 3. $a = \sqrt{\frac{c\rho}{k}}$ 4. $a = \sqrt{\frac{k\rho}{c}}$
20.	Определите тип дифференциального уравнения с частными производными $3 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 8 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + xy \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$	1. Гиперболическое. 2. Параболическое. 3. Эллиптическое. 4. Правильного ответа в пп.1–3 нет.

Вариант № 3

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Указать название уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + g(x, y)$	1. Однородное уравнение теплопроводности 2. Уравнение свободных колебаний струны 3. Неоднородное уравнение теплопроводности 4. Уравнение вынужденных колебаний струны
2.	Уравнение $Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + F(x, y, u, u_x, u_y) = 0$ является гиперболическим, если	1. $B^2 - AC > 0$. 2. $B^2 - 4AC > 0$. 3. $B^2 - AC = 0$. 4. $B^2 - 4AC = 0$.
3.	Указать тригонометрическую формулу записи бэта-функции В(p,q)	1. $\int_0^{\pi} \sin^{2p} \varphi \cos^{2q} \varphi d\varphi$ 2. $\int_0^{\pi/2} \sin^{2p} \varphi \cos^{2q} \varphi d\varphi$ 3. $2 \int_0^{\pi/2} \sin^{2p-1} \varphi \cos^{2q-1} \varphi d\varphi$ 4. $\int_0^{\pi} \sin^{2p-1} \varphi \cos^{2q-1} \varphi d\varphi$

№	Вопрос	Варианты ответа
4.	Указать формулу, устанавливающую связь между гамма и бэ́та-функциями	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Gamma(p)\Gamma(q) = B(p; q)$ 2. $\Gamma(p)\Gamma(q) = B(p + q)$ 3. $\Gamma(p)\Gamma(q) = B(p + q)\Gamma(p + q)$ 4. $\Gamma(p)\Gamma(q) = B(p; q)\Gamma(p + q)$
5.	Указать уравнение Бесселя	<ol style="list-style-type: none"> 1. $y'' + y' + (x^2 - p^2)y = 0$ 2. $x^2 y'' + (x^2 - p^2)y = 0$ 3. $x^2 y'' + xy' + (x^2 - p^2)y = 0$ 4. $x^2 y'' + xy' + p^2 y = 0$
6.	Указать общее решение дифференциального уравнения $T'(t) + a^2 \lambda^2 T(t) = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Ce^{a^2 \lambda^2 t}$ 2. $C_1 e^{a^2 \lambda^2 t} + C_2 e^{-a^2 \lambda^2 t}$ 3. $Ce^{-a^2 \lambda^2 t}$ 4. $C_1 \cos a \lambda t + C_2 \sin a \lambda t$
7.	Указать общее решение дифференциального уравнения $Y''(y) - 4Y(y) = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $C_1 \cos 4y + C_2 \sin 4y$ 2. $C_1 \cos 2y + C_2 \sin 2y$ 3. $C_1 e^{4y} + C_2 e^{-4y}$ 4. $C_1 e^{2y} + C_2 e^{-2y}$
8.	Указать функцию, задающую начальное положение струны, изображенной на рисунке 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $u(x,0) = 0,01x^2$ 2. $u(x,0) = 0,01x(10 - x)$ 3. $u(x,0) = 0,01(x - 10)^2$ 4. $u(x,0) = 0,01x(20 - x)$
9.	Решение волнового уравнения в виде $u(x, t) = \frac{f(x - at) + f(x + at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(z) dz$ находится методом	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фурье. 2. Даламбера. 3. Эйлера. 4. Лагранжа.

№	Вопрос	Варианты ответа
10.	<p>Решением краевой задачи</p> $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(0,t) = u(l,t) = 0,$ $u(x,0) = f(x)$ <p>является функция</p>	<p>1.</p> $u(x,t) = \frac{f(x-at) + f(x+at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(z) dz$ <p>2.</p> $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{\pi n a t}{l} + B_n \sin \frac{\pi n a t}{l} \right) \sin \frac{\pi n x}{l}$ <p>3.</p> $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{\pi n a}{l}\right)^2 t} \sin \frac{\pi n x}{l}$ <p>4.</p> $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n e^{-\frac{\pi n y}{b}} + B_n e^{-\frac{\pi n y}{b}} \right) \sin \frac{\pi n x}{a}$
11.	<p>В уравнении</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ <p>функция $u(x, t)$ является</p>	<p>1. Температурой в точке x в момент времени t.</p> <p>2. Концентрацией примесей в точке x в момент времени t.</p> <p>3. Плотностью вещества в точке x в момент времени t.</p> <p>4. Отклонением точки x от ее начального положения в момент времени t.</p>
12.	<p>Решением задачи Коши</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(x,0) = \sin x, \quad u'_t(x,0) = 0$ <p>является функция $u(x,t) =$</p>	<p>1. $\frac{\sin(t+5x) + \sin(t-5x)}{2}$ 2.</p> <p>$\frac{\sin(x+5t) + \sin(x-5t)}{2}$</p> <p>3. $\frac{\cos(x+5t) + \cos(x-5t)}{2}$ 4.</p> <p>$\frac{\cos(t+5x) + \cos(t-5x)}{2}$</p>
13.	<p>Решением задачи</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ $u(0,t) = u(5,t) = 0,$ $u(x,0) = 0, \quad u'_t(x,0) = F(x)$ <p>является функция $u(x,t) =$</p>	<p>1. $\sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(5n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{5}$ 2.</p> <p>$\sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{5}$</p> <p>3. $\sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{5}$ 4.</p> <p>$\sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(5n\pi t) \sin \frac{n\pi x}{5}$</p>

№	Вопрос	Варианты ответа
14.	<p>Функция</p> $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\left(\frac{a n \pi}{l}\right)^2 t} \sin \frac{n \pi x}{l}$ <p>является решением</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Волнового уравнения. 2. Уравнения теплопроводности. 3. Уравнения Пуассона. 4. Уравнения Лапласа.
15.	<p>Функция</p> $u(\rho, \varphi) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos n\varphi + B_n \sin n\varphi) \rho^n$ <p>является решением</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Волнового уравнения. 2. Уравнения теплопроводности. 3. Задачи Дирихле для прямоугольника. 4. Задачи Дирихле для круга.
16.	Уравнение Лапласа является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гиперболическим. 2. Параболическим. 3. Эллиптическим. 4. Правильного ответа в пп.1–3 нет.
17.	<p>Задача вида</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad u _S = \varphi$ <p>является</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Краевой задачей 1-го рода. 2. Краевой задачей 2-го рода. 3. Краевой задачей 3-го рода. 4. Задачей Коши.
18.	<p>При решении задачи Дирихле для круга решение уравнения</p> $\rho^2 R''(\rho) + \rho R'(\rho) - \lambda^2 R(\rho) = 0$ <p>ищется в виде</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R(\rho) = \sin \lambda \rho$; 2. $R(\rho) = \cos \lambda \rho$; 3. $R(\rho) = \rho^m$; 4. $R(\rho) = e^{\lambda \rho}$.
19.	<p>Если T — сила натяжения, а ρ — плотность струны, то в уравнении поперечных колебаний струны</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ <p>коэффициент a равен</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $a = \left(\frac{T}{\rho}\right)^2$ 2. $a = \ln\left(\frac{T}{\rho}\right)$ 3. $a = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ 4. $a = \frac{T}{\rho}$
20.	<p>Определите тип дифференциального уравнения с частными производными</p> $2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 3 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 5x \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гиперболическое. 2. Параболическое. 3. Эллиптическое. 4. Правильного ответа в пп.1–3 нет.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Высшая математика. Том 1. Линейная алгебра. Векторная алгебра. Аналитическая геометрия [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Господариков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. – 105 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71687>

2. Высшая математика. Том 2. Начало математического анализа. Дифференциальное исчисление функций одной переменной и его приложения [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Господариков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. – 104 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71688>

3. Высшая математика. Том 3. Элементы высшей алгебры. Интегральное исчисление функций одной переменной и его приложения [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Господариков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. – 102 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71689>

4. Высшая математика. Том 4. Дифференциальные уравнения. Ряды. Ряды Фурье и преобразование Фурье. Дифференциальное и интегральное исчисление функций нескольких переменных. Теория поля [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Господариков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. – 213 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71690>

5. Высшая математика. Том 5. Теория вероятностей. Основы математической статистики. Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Господариков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. – 207 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71691>

6. Высшая математика: учебник / В.С. Шипачев. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 479 с.

<http://znanium.com/catalog/product/851522>

7. Краткий курс аналитической геометрии: Учебник/ Ефимов Н. В., 14-е изд., исправ. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 240 с.

<http://znanium.com/catalog/product/537806>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.П. Демидович. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 624 с.

<https://e.lanbook.com/book/99229>

2. Клетеник, Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.В. Клетеник ; Под ред. Н.В. Ефимова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 224 с.

<https://e.lanbook.com/book/103191>

3. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. В 2-х тт. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник / Г.М. Фихтенгольц. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 448 с.

<https://e.lanbook.com/book/65055>

4. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. В 2-х тт. том 2-й [Электронный ресурс]: учебник / Г.М. Фихтенгольц. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 464 с.

<https://e.lanbook.com/book/411>

5. Свешников, А.А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Свешников ; под ред. Свешникова А.А.. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 448 с.

<https://e.lanbook.com/book/5711>

6. Математический практикум. Часть 1. Линейная алгебра. Векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Учебно-методическое пособие / А.П. Господариков, О.Е. Карпухина, М.А. Керейчук, В.А.Семенов, Т.С. Обручева. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2013. – 102 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088705%2F%D0%9C%2034%2D730897605<.>

7. Математический практикум. Часть 2. Начало математического анализа. Дифференциальное исчисление функции одной переменной и его приложения: Учебно-методическое пособие / А.П. Господариков, М.А. Зацепин, В.В. Тарабан, Т.С. Обручева. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2014. – 114 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088717%2F%D0%9C%2034%2D986151<.>

8. Математический практикум. Часть 3. Неопределенный интеграл. Определенный интеграл. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Учебно-методическое

пособие / А.П. Господариков, М.А. Зацепин, В.А. Семенов, С.Е. Мансурова. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2014. – 162 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088717%2F%D0%9C%2034%2D533720026<.>

9. Математический практикум. Часть 4. Дифференциальные уравнения. Ряды. Ряды Фурье. Интегральное исчисление функции нескольких переменных. Учебно-методическое пособие / А.П. Господариков, Т.Р. Акчурина, С.Е. Мансурова, Т.С. Обручева, А.А. Яковлева. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2014. – 152 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088717%2F%D0%9C%2034%2D147020047<.>

10. Математический практикум. Часть 5. Теория вероятностей и основы математической статистики. Теория функций комплексной переменной. Операционное исчисление. Элементы теории поля: Учебно-методическое пособие / А.П. Господариков, В.В. Ивакин, И.А. Лебедев, С.Е. Мансурова, А.А. Яковлева. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2014. – 187 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088717%2F%D0%9C%2034%2D907324<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Шабаева М.Б. Элементы математической статистики. Методические указания для самостоятельной работы. - Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088573%2F%D0%9C%2034%2D415835950<.>

2. Господариков А.П., Ивакин В.В., Лебедев И.А., Зацепин М.А. Высшая математика. Линейная и векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Линейное программирование. Учебное пособие.- Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088455%2F%D0%92%2093%2D760711<.>

3. Господариков А.П., Ивакин В.В., Лебедев И.А., Зацепин М.А. Высшая математика. Математический анализ. Учебное пособие. - Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088660%2F%D0%92%2093%2D605742<.>

4. Господариков А.П., Ивакин В.В., Лебедев И.А., Зацепин М.А. Высшая математика. Теория вероятностей и основы математической статистики. Учебное пособие.- Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088456%2F%D0%92%2093%2D321674<.>

5. Господариков А.П. и др. Теория поля. Ряды Фурье. Операционное исчисление. Математическая физика. Математическая статистика. Линейное программирование (сборник РГЗ) / Учебно-методическое пособие – Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088690%2F%D0%92%2093%2D462777832<.>

6. Господариков А.П. и др. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление функций одной переменной (сборник РГЗ) / Учебно-методическое пособие – Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088445%2F%D0%92%2093%2D702277<.>

7. Лебедев И.А., Зацепин М.А. Введение в основной курс математики. Методические указания к самостоятельной работе. - Горный университет, 2013.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088699%2F%D0%92%2024%2D180391<.>

8. Ивакин В.В., Лебедев И.А. Определенный интеграл. Нестандартные задачи. Методические указания для самостоятельной работы. – Горный университет, 2016.

<https://lk.spmi.ru/~gw3R5>

9. Ивакин В.В., Лебедев И.А. Определенный интеграл и прикладные задачи. Методические указания для самостоятельной работы. – Горный университет, 2016.

<https://lk.spmi.ru/~gw3R5>

10. Шабаетва М.Б. Элементы математической статистики. Методические указания для самостоятельной работы. - Горный университет, 2016.

<https://lk.spmi.ru/~dWLMv>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - <http://www.consultant.ru>

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru>

4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru>

9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru>

10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>

11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>

12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru>

15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: <http://www.biblio-online.ru>.

17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru>

18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий.

Специализированные аудитории, используемые при проведении лекционных и практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением – демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора.

Аудитории для практических занятий обеспечены стендовыми материалами по всем разделам дисциплины «Математика».

Аудитории для проведения лекционных занятий

128 посадочных мест

Оснащенность: Стол – 65 шт., стул – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., адаптер WU3-AA - 1 шт., источник бесперебойного питания 9130, PW9130i1000T-XL - 1 шт., коммутатор Cypress CDPS-UH4H1 HFS - 1 шт., компьютер 400 G1, N9E88ES - 1 шт., крепление потолочное PRS-KIT1420 – 1 шт., микрофон головной MW1-HMC – 1 шт., микшер TSD-MIX31RL - 1 шт., монитор PROLITETF1734MC-B1X – 1 шт., панель наборная KramerFRAME-1G/US(G) - 1 шт., панель управления Kramer RC-6IR - 1 шт., передатчик MW1-LTX-F4 - 1 шт., передатчик сигналов CH-507TXBD - 1 шт., переходник HDMI W-H(G) - 1 шт., приемник MW1-RX-F4 – 1 шт., приемник сигналов CH-507RXBD – 1 шт., проектор XEED WUX6010 – 1 шт., система акустическая Sound SM52T-WH - 8 шт., усилитель CAP224, усилитель Cypress CLUX-11SA - 1 шт., шкаф монтажный WR 6612.710 - 1 шт., экран SCM-4308 - 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

48 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакаты – 8 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 - 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники"), Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 , CorelDRAW Graphics Suite X5 , Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

Аудитории для проведения практических занятий

28 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 15 шт., стул – 28 шт., кресло преподавателя – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014), Microsoft Office Std 2007 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 09.10.2014), Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 , Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 RuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU ImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager(свободно распространяемое ПО).

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014), Microsoft Office Std 2007 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 09.10.2014), Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 , Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 RuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU ImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager(свободно распространяемое ПО).

16 посадочных мест

Оснащенность: Стол компьютерный – 6 шт., кресло преподавателя – 17 шт., моноблок LenovoM93ZIntelQ87 - 16 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 8 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 , Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 , CorelDRAW Graphics Suite X5 , Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №1): 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009), антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №2): 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009), антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Инженерный корпус): 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010); CorelDRAW Graphics Suite X5 (), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол - 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010), антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security , 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010), антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 , Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

2. Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 , Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009).