

**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**

***ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ И  
ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.03 Технология геологической разведки
<b>Специализация:</b>	Сейсморазведка
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер-геофизик
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.ф.-м.н. Яковлева А.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теория функции комплексной переменной и операционное исчисление» 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 «Сейсморазведка».

Составитель \_\_\_\_\_ к.ф-м.н., доц. А.А. Яковлева

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры высшей математики от 25.01.2021 г., протокол № 7.

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

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела  
лицензирования, аккредитации и  
контроля качества образования \_\_\_\_\_ к.п.н. Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

### Цель дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по теории функций комплексной переменной и операционному исчислению, способствующих успешному решению практических задач;
- подготовка обучающихся к освоению ряда смежных и специальных дисциплин;
- приобретение обучающимися навыков построения математических моделей при решении прикладных задач в профессиональной деятельности.

### Основные задачи дисциплины:

- приобретение дополнительных математических знаний, способствующих успешному освоению различных курсов профессионального цикла и смежных дисциплин;
- формирование высокой математической культуры;
- приобретение навыков решения технических задач, необходимых для инновационного развития современного общества и обеспечения научного и технического прогресса;
- формирование мотивации к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых естественнонаучных знаний.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория функции комплексной переменной и операционное исчисление» относится обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», и изучается в 5 семестре.

Дисциплина «Теория функции комплексной переменной и операционное исчисление» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Высшая математика» программы специалитета.

Особенностью дисциплины является применение абстрактного математического аппарата к решению практических задач.

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

Процесс изучения дисциплины «Теория функции комплексной переменной и операционное исчисление» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
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 «Теория функции комплексной переменной и операционное исчисление» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Выполнение домашних заданий	2	2
Подготовка к практическим занятиям	2	2
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

#### 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. Теория функций комплексной переменной	42	20	20	-	2
Раздел 2. Операционное исчисление	30	14	14	-	2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Комплексные числа. Функции комплексной переменной. Дифференцирование и интегрирование. Интегральные теоремы Коши. Интегральная формула Коши. Ряды Лорана. Вычеты функций комплексной переменной и операционное исчисление и их применение к вычислению интегралов. Конформные отображения. Аналитические продолжения	20
2.	Раздел 2	Интеграл Лапласа и условия его сходимости. Преобразование Лапласа, оригинал и изображение. Свойства преобразования Лапласа. Функция Хевисайда. Импульсные и периодические функции. Формула Дюамеля. Формулы обращения. Операционный метод решения дифференциальных и интегральных уравнений.	14
		<b>Итого:</b>	<b>34</b>

### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Теория функций комплексной переменной	20
2.	Раздел 2.	Операционное исчисление	14
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

### 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 индивидуального домашнего задания.

*Задание 1).* Восстановить аналитическую в окрестности точки  $z_0$  функцию  $f(z)$  по известной мнимой части  $V = 1 - \frac{y}{x^2 + y^2}$  и значению  $f(1) = 1 + i$ .

*Задание 2).* Разложить функцию  $f(z) = z \cos \frac{2}{z-1}$  в ряд Лорана в окрестности точки  $z_0 = 1$  и найти вычет функции в точке  $z_0$ .

*Задание 3).* Вычислить интегралы с помощью вычетов:

а)  $\int_C \frac{(e^z + 1) dz}{z^2 + z}$ ,  $C: |z| = 4$ ; б)  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1-x}{x^4 + 1} dx$ .

*Задание 4).* Найти функцию, отображающую конформно на верхнюю полуплоскость область, заданную неравенствами:  
 $|z| < 2$ ,  $|z-1| < 1$

## 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**

В рамках самостоятельной работы обучающиеся должны получить практические навыки по решению задач и освоить теоретический материал, а также подготовиться к экзамену.

#### **Раздел 1. Теория функций комплексной переменной**

1. Комплексные числа.
2. Комплексные функции. Производная и интеграл функции комплексной переменной.
3. Ряд Тейлора и ряд Лорана.
4. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
5. Конформные отображения.

#### **Раздел 2. Операционное исчисление**

1. Преобразование Лапласа, оригинал и изображение.
2. Таблица оригиналов. Таблица изображений
3. Импульсные и периодические функции.
4. Формула Дюамеля.
5. Операционный метод решения дифференциальных уравнений.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

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

1. Комплексные числа и операции над ними.
2. Модуль и аргумент комплексного числа. Тригонометрическая и показательная форма записи комплексного числа.
3. Корни  $n$ -ой степени из комплексного числа. Формула для извлечения корней.
4. Функции комплексной переменной и способы их задания. Примеры функций.
5. Линейная функция и ее свойства, дробно-линейная функция,
6. Степенная функция и многочлены, экспонента и логарифм.
7. Предел функции в точке и свойства пределов функции. Непрерывность функции в точке и на множестве.
8. Свойства непрерывных функций на замкнутых ограниченных множествах.
9. Производная функции комплексной переменной. –дифференцируемость функции.
10. Условия Коши-Римана.
11. Голоморфность функции в точке. Примеры голоморфных функций.
12. Понятие гармонической функции. Гармоничность вещественной и мнимой частей голоморфной в области функции.
13. Сопряженные гармонические функции и существование сопряженной гармонической функции в односвязной области.
14. Однолиственность функции на множестве и конформность отображения в точку.
15. Конформность отображения в области.
16. Признак конформности отображения в точке и геометрический смысл производной.
17. Первообразная для функции в области. Теорема единственности первообразной в области.
18. Определение и свойства интеграла вдоль контура от функции комплексной переменной.
19. Интегральная теорема Коши и теорема Коши о составном контуре.
20. Ряды Лорана, множества их сходимости и область сходимости ряда Лорана. Голоморфность суммы ряда Лорана в кольце сходимости.
21. Тип особой точки и характер разложения функции в ряд Лорана.

22. Принцип изолированности нулей голоморфной функции, порядок нулей и полюсов функции.

23. Определение и свойства вычетов функции в точке. Вычет в бесконечности и его свойства.

24. Теорема Коши о вычетах и теорема о полной сумме вычетов.

25. Применение вычетов к вычислению интегралов:

26. Лемма Жордана

27. Интеграл Лапласа и условия его сходимости.

28. Преобразование Лапласа, оригинал и изображение.

29. Свойства преобразования Лапласа;

30. Свойства преобразования Лапласа: смещение

31. Свойства преобразования Лапласа: запаздывание.

32. Свойства преобразования Лапласа: дифференцирование оригинала и изображения.

33. Интегрирование оригинала и изображения.

34. Умножение изображений и свертка.

35. Таблица оригиналов.

36. Таблица изображений

37. Функция Хевисайда.

38. Импульсные и периодические функции.

39. Формула Дюамеля.

40. Формулы обращения.

41. Операционный метод решения дифференциальных уравнений.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант № 1

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Найти мнимую часть комплексного числа $z = 3 - 3\sqrt{3}i$	1. 3 2. $3\sqrt{3}i$ 3. $-3\sqrt{3}$ 4. невозможно определить
2.	Функция $w = \bar{z}$	1. аналитическая во всей плоскости 2. не дифференцируема ни в одной точке 3. дифференцируема только в 0 4. аналитическая в 0
3.	$\operatorname{Re}\left(\frac{1}{i}\right)$ равна	1. 0 2. 1 3. $-i$ 4. $i$
4.	Найти аргумент комплексного числа $z = 3 - 3\sqrt{3}i$	1. 0 2. 3 3. $-\pi/3$ 4. $\pi/3$
5.	Функция, удовлетворяющая уравнению Лапласа, называется:	1. аналитической 2. регулярной 3. голоморфной 4. гармонической

№	Вопрос	Варианты ответа
6.	Функция $z^n$ отображает угол $0 < \varphi < \frac{2\pi}{n}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>на всю плоскость</li> <li>на верхнюю полуплоскость</li> <li>на нижнюю полуплоскость</li> <li>на плоскость с разрезом по положительной части оси <math>\text{Re}</math></li> </ol>
7.	Инверсия отображает внутренность единичного круга	<ol style="list-style-type: none"> <li>на всю плоскость</li> <li>на верхнюю полуплоскость</li> <li>на нижнюю полуплоскость</li> <li>на внешность данного круга</li> </ol>
8.	Главная часть ряда Лорана функции $f(z)$ в окрестности точки $z=i$ содержит конечное число слагаемых. Тогда точка $z=i$ является	<ol style="list-style-type: none"> <li>нулем функции</li> <li>полюсом</li> <li>существенно особой точкой</li> <li>невозможно определить</li> </ol>
9.	Главная часть разложения в ряд Лорана функции $f(z) = \cos z$	<ol style="list-style-type: none"> <li>равна нулю</li> <li>состоит из одного слагаемого</li> <li>состоит из двух слагаемых</li> <li>функция не раскладывается в ряд Лорана</li> </ol>
10.	Изображения корней 4-й степени из некоторого комплексного числа являются вершинами	<ol style="list-style-type: none"> <li>ромба с соотношением диагоналей 2:1</li> <li>квадрата</li> <li>равнобедренной трапеции</li> <li>равностороннего треугольника</li> </ol>
11.	Указать значение $B$ , при котором функция $Bx + 2x - 3y + 5$ является гармонической	<ol style="list-style-type: none"> <li>Только при <math>B = 2</math>.</li> <li>Только при <math>B = 1</math>.</li> <li>Только при <math>B = 0</math>.</li> <li>При любом <math>B</math>.</li> </ol>
12.	Функция $w = \sqrt{z}$ (главное значение) отображает плоскость с разрезом вдоль положительной полуоси абсцисс на	<ol style="list-style-type: none"> <li>верхнюю полуплоскость плоскости <math>w</math></li> <li>нижнюю полуплоскость плоскости <math>w</math></li> <li>внутренность единичного круга <math> w  \leq 1</math></li> <li>внешность единичного круга</li> </ol>
13.	Особыми точками функции $f(z) = \frac{1}{(z^2 + 1)}$ являются	<ol style="list-style-type: none"> <li>существенно особые точки <math>z = \pm i</math></li> <li>особых точек нет</li> <li>полюсы первого порядка <math>z = \pm i</math></li> <li>полюсы второго порядка <math>z = \pm i</math></li> </ol>
14.	Функция $w = z^2$ определяет отображение	<ol style="list-style-type: none"> <li>конформное во всей плоскости</li> <li>конформное во всей плоскости, кроме <math>z = 0</math></li> <li>сохраняющее модуль во всей плоскости</li> <li>сохраняющее углы по величине, но не по направлению во всей плоскости</li> </ol>



№	Вопрос	Варианты ответа
15.	Если $f(t)$ - оригинал, то его изображение $\hat{f}(p) =$	1. $\int_0^{+\infty} f(t) e^{-pt} dt$ 2. $\int_0^{+\infty} f(t) dt$ 3. $f^2(t)$ 4. $\int_{-\infty}^0 f(t) e^{-pt} dt$
16.	Если $ f(t)  < Me^{ct}, t \geq 0$ и $p = s + i\omega$ , то интеграл Лапласа $\int_0^{+\infty} f(t) e^{-pt} dt$ абсолютно сходится для всех $p$ , удовлетворяющих условию	1. $\operatorname{Re} p > c$ 2. $\operatorname{Im} p > 0$ 3. $p < c$ 4. $\operatorname{Re} p \leq c$
17.	Если $f(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$ , то $\hat{f}(p) =$	1. $\frac{1}{p}$ 2. 1 3. $p$ 4. $\frac{1}{p-1}$
18.	Если $f(t) \boxtimes f(p)$ , то $e^{at} f(t) \boxtimes$	1. $f(p-a)$ 2. $e^{-ap} f(p)$ 3. $f(p+a)$ 4. $\int_p^{\Gamma} f(p) dp$
19.	Если $H(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$ и $f(t) \leftrightarrow \hat{f}(p) =$ , то $f(p) e^{-pt} \boxtimes$	1. $H(t-\tau) f(t-\tau)$ 2. $e^{ap}$ 3. $H(t) f(t-\tau)$ 4. $H(t-\tau) f(t+\tau)$
20.	Если $f(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ e^{at}, & t \geq 0 \end{cases}$ , то $\hat{f}(p) =$	1. $\frac{1}{p-a}$ 2. $e^{ap}$ 3. $p-a$ 4. $\frac{1}{p+a}$

Вариант № 2

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Функция $w = z^3$ определяет отображение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. конформное во всей плоскости</li> <li>2. конформное во всей плоскости, кроме <math>z = 0</math></li> <li>3. сохраняющее модуль во всей плоскости</li> <li>4. сохраняющее углы по величине, но не по направлению во всей плоскости</li> </ol>
2.	Функция $w = z^{3/2}$ отображает угол $0 \leq \arg z \leq 2\pi/3$ на	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. верхнюю полуплоскость.</li> <li>2. нижнюю полуплоскость.</li> <li>3. плоскость с разрезом по положительной части вещественной оси</li> <li>4. плоскость с разрезом по отрицательной части вещественной оси</li> </ol>
3.	Вычет функции $f(z) = \frac{1}{\sin z}$ относительно точки $z = 0$ равен.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1</li> <li>2. 1/6</li> <li>3. 2</li> <li>4. 0</li> </ol>
4.	Функция Жуковского отображает круг $ z  < 1$ на	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отрезок <math>[-1; 1]</math>.</li> <li>2. плоскость с разрезом по отрезку <math>[-1; 1]</math>.</li> <li>3. круг <math> w  &lt; 1</math>.</li> <li>4. внешность круга <math> w  &lt; 1</math>.</li> </ol>
5.	Найти модуль комплексного числа $z = 3 - 3\sqrt{3}i$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6</li> <li>2. 3</li> <li>3. <math>3\sqrt{3}</math></li> <li>4. невозможно определить</li> </ol>
6.	Главная часть разложения в ряд Лорана функции $f(z) = \sin z$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равна нулю</li> <li>2. состоит из одного слагаемого</li> <li>3. состоит из двух слагаемых</li> <li>4. совпадает с разложением в ряд Тейлора</li> <li>5. функция не раскладывается в ряд Лорана</li> </ol>
7.	Прямые, параллельные мнимой оси отображаются функцией $w = e^z$ в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. окружности с центром в начале координат</li> <li>2. лучи, исходящие из начала координат.</li> <li>3. прямые, параллельные вещественной оси.</li> <li>4. прямые, параллельные мнимой оси.</li> </ol>
8.	Указать значение $i^i$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. 1</li> <li>3. <math>e^{-\frac{\pi}{2} - 2k\pi}</math></li> <li>4. <math>e^{-\frac{\pi}{2}}</math></li> </ol>
9.	Вычислить $\ln(-1)$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. -1</li> <li>3. <math>\pi i</math></li> <li>4. не определен</li> </ol>

№	Вопрос	Варианты ответа
10.	Сумма чисел $z_1 = 3 - 2i$ и $z = 2 + 3i$ равна	1. $z = 3 - \sqrt{3}i$ 2. $z = 5 + i$ 3. 0 4. нет правильного ответа
11.	Найти корни уравнения $z^2 - 4z + 13 = 0$	1. $z_{1,2} = 3 \pm 2i$ 2. $z_{1,2} = -3 \pm 2i$ 3. $z_{1,2} = -2 \pm 3i$ 4. $z_{1,2} = 2 \pm 3i$
12.	Указать формулу Эйлера	1. $e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi$ 2. $\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1$ 3. $e^{i\varphi} = \cos \varphi - \sin \varphi$ 4. нет правильного ответа
13.	При делении комплексного числа на $i$	1. его модуль увеличится в 2 раза 2. его аргумент увеличится на $\pi/2$ 3. его аргумент уменьшится на $\pi/2$ . 4. и модуль и аргумент уменьшатся в 2 раза
14.	Коэффициент растяжения при отображении функцией $3z^2 + 2z$ в точке $z = 1 + i$ равен	1. 0; 2. $\sqrt{2}$ ; 3. 5; 4. 10.
15.	Теорема Коши для аналитической в односвязной области, ограниченной замкнутым контуром $l$ , и на этом контуре функции выражается равенством	1. $\int_l f(z) dz = 0$ 2. $\int_l f(z) dz \neq 0$ 3. $\int_l f(z) dz \neq 1$ 4. $\int_l f(z) dz = 1$
16.	Точками ветвления функции $z = \sqrt[n]{w}$ являются	1. все точки вещественной оси 2. все точки мнимой оси 3. только точка $w = 0$ . 4. точки $w = 0$ и $w = \infty$ .
17.	Если $f(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \cos bt, & t \geq 0 \end{cases}$ , то $\hat{f}(p) =$	1. $\frac{p}{p^2 + b^2}$ 2. $\frac{1}{p^2 + b^2}$ 3. $\sin bp$ 4. $\frac{p}{p^2 - b^2}$
18.	Если $f(t), g(t)$ – оригиналы, то их свертка $(f * g)(t) =$	1. $\int_0^t f(s) g(t-s) ds$ 2. $\int_0^t f(t+s) g(s) ds$

№	Вопрос	Варианты ответа
		$3. \int_0^{+\Gamma} [f(s) + g(s)] ds$ $4. f(t)g(t)$
19.	Комплексное число $z_1 > z_2$ $z_1 = \alpha + i\beta$ ; $z_2 = c + id$ , если	$1. \alpha > \beta; c > d$ $2. \alpha < \beta; c < d$ $3.  z_1  >  z_2 $ $4. \text{понятие «больше» для комплексных чисел не определено}$
20.	Если $f(t)$ - оригинал, то его изображение $\hat{f}(p) =$	$1. \int_0^{+\infty} f(t) e^{-pt} dt$ $2. e^{f(t)}$ $3. \int_{-\infty}^0 f(t) e^{-pt} dt$ $4. f^2(t)$

Вариант № 3

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Корни n-ной степени из комплексного числа $z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ вычисляются по формуле	$1. (\sqrt[n]{z})_k = \sqrt[n]{r} \left( \cos\left(\frac{\varphi + 2\pi k}{n}\right) + i \sin\left(\frac{\varphi + 2\pi k}{n}\right) \right)$ $2. (\sqrt[n]{z})_k = \sqrt[n]{r} \left( \cos\left(\frac{\varphi - 2\pi}{n}\right) + i \sin\left(\frac{\varphi + 2\pi}{n}\right) \right)$ $3. (\sqrt[n]{z})_k = \sqrt[n]{r} \left( \cos\left(\frac{\varphi}{n}\right) + i \sin\left(\frac{\varphi}{n}\right) \right)$ $4. (\sqrt[n]{z})_k = \sqrt[k]{r} \left( \cos\left(\frac{\varphi - 2\pi n}{n}\right) + i \sin\left(\frac{\varphi - 2\pi n}{n}\right) \right)$
2.	Если $z_1, z_2$ - корни квадратного уравнения $z^2 + pz + q = 0$ , $p, q \in \mathbf{R}, D = p^2 / 4 - q < 0$ , то	$1. \operatorname{Im} z_1 = \operatorname{Im} z_2 = -p / 2$ $2. \operatorname{Im} z_1 = \operatorname{Im} z_2 = i\sqrt{ D }$ $3. \operatorname{Im} z_1 = -p / 2, \operatorname{Im} z_2 = \sqrt{D}$ $4. \operatorname{Im} z_1 + \operatorname{Im} z_2 = 0$
3.	Возведение в n-ную степень комплексного числа $z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ производится по формуле	$1. z^n = r^n (\cos n\varphi - i \sin n\varphi)$ $2. z^n = r (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$ $3. z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$ $4. z^n = r^n (\cos^n \varphi + i \sin^n \varphi)$ $5. z^n = r^n (\cos^n \varphi + i \sin^n \varphi)$
4.	Аналитическая функция $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ , $v(x, y) = 2xy + 3x$ . Тогда причем	$1. f(z) = z^3 + 2iz + c$ $2. f(z) = \cos z + 2z + c$ $3. f(z) = \ln z + 2iz + c$ $4. f(z) = z^2 + 3iz + c$
5.	Угол поворота и коэффициент	$1. \pi / 6, 2$

№	Вопрос	Варианты ответа
	растяжения в точке $z=1+i$ при отображении $w=z^2$ соответственно равны	2. $\pi/2, 1$ 3. $\pi/6, \sqrt{2}$ 4. $\pi/4, 2\sqrt{2}$
6.	Корнями уравнения $z^4 + 1 = 0$ являются	1. $\pm 1$ 2. $\pm i$ 3. Уравнение не имеет корней 4. $(1 \pm i)/\sqrt{2}, (-1 \pm i)/\sqrt{2}$
7.	Если функция $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ аналитична в области $D$ , то в каждой точке этой области	1. $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}$ 2. $\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}$ 3. $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$ 4. $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0$
8.	Указать значение $\arg(-1+i)$	1. 0 2. $\pi/2$ 3. $\pi/4$ 4. $3\pi/4$
9.	Указать пару функций, которая может служить вещественной и мнимой частями аналитической функции комплексного переменного	1. $u = x + y, v = x - y$ 2. $u = x^2 - y^2, v = 2xy$ 3. $u = x, v = -y$ 4. $u = y, v = x$
10.	Главное значение $\text{Ln}(\sqrt{2} + i\sqrt{2})$ равно	1. $\ln 2 + i\frac{\pi}{2}$ 2. $\ln 2 + i\frac{\pi}{4}$ 3. $i\frac{\pi}{4}$ 4. $i(\frac{\pi}{4} + 2\pi n)$
11.	$e^z$ - функция комплексной переменной, ее период равен	1. $2\pi \cdot i$ 2. $\pi \cdot i$ 3. $2\pi$ 4. функция не является периодической
12.	Прямые, параллельные вещественной оси отображаются функцией $w = e^z$ в	1. окружности с центром в начале координат 2. лучи, исходящие из начала координат 3. прямые, параллельные вещественной оси 4. прямые, параллельные мнимой оси
13.	Указать значение $e^{i\pi/2}$	1. 1 2. $i$ 3. $-i$ 4. $\pi/2$

№	Вопрос	Варианты ответа
14.	Указать $\text{Im}(\ln(\sqrt{3} - i)) =$	1. $-1$ 2. $1$ 3. $\sqrt{3}$ 4. $-\pi/6$
15.	Вычет функции $f(z) = \frac{\cos z}{\sin z}$ относительно $z=0$ равен	1. $1$ 2. $1/6$ 3. $2$ 4. $0$
16.	Точки А и В симметричны относительно окружности с центром в начале координат О, причем $OA=4$ , $OB=9$ . Радиус окружности равен	1. $4$ 2. $5$ 3. $5,5$ 4. $6$
17.	$H(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$ Указать функцию, не являющуюся оригиналом	1. $H(t) \cdot t^{-1}$ 2. $H(t) \cdot e^{2t}$ 3. $H(t) \cdot t^2$ 4. $H(t) \cdot \cos t$
18.	Если $f(t)$ - оригинал, то его изображение $\hat{f}(p) =$	1. $\int_0^{+\infty} f(t) e^{-pt} dt$ 2. $e^{f(t)}$ 3. $f^2(t)$ 4. $\int_{-\infty}^0 f(t) e^{-pt} dt$
19.	Если $f(t) \leftrightarrow \hat{f}(p) =$ , то $e^{at} f(t) \leftrightarrow$	1. $f(p-a)$ 2. $e^{-ap} f(p)$ 3. $f(p+a)$ 4. $e^{at} f(p)$
20.	Операторным уравнением для задачи Коши $x'' + a^2 x = e^{-t}$ , $x(0) = x'(0) = 0$ является	1. $(p^2 + a^2)x(p) = \frac{1}{p+1}$ 2. $(p^2 + a^2)x(p) = e^{-t}$ 3. $(p^2 + a^2)x(p) = \frac{a}{p+a}$ 4. $(p^2 - a^2)x(p) = \frac{1}{p+1}$

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

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<.>](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<.>](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<.>](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. Акчурин, 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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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<.>](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. Шабаева 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 «Рукоонт»»: <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 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

(Инженерный корпус):

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).