



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

29.10.2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ***

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы

Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2018 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015г. № 228)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики  
09.10.2018, протокол № 2

Зав. кафедрой  С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
29.10.2018г. протокол № 2

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМиИ, канд. физ-мат наук  В.В. Шеметова

Рецензент:

доцент кафедры математической физики ЮурГУ,  
канд. физ.-мат. наук



 Г.А. Закирова



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Функциональный анализ» являются: овладение студентами необходимым уровнем общепрофессиональных компетенций, предполагающих формирование у них целостного научного представления о функциональном анализе, связанных с ним математических методах решения прикладных и исследовательских задач, соответствующих осуществлению деятельности по направлению «Прикладная математика и информатика».

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина Б1.Б.22 «Функциональный анализ» входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математический анализ

Алгебра и геометрия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теория вероятностей и математическая статистика

Математическое моделирование

Элементы вариационного исчисления

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Функциональный анализ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1 – способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>	
Знать	- основные понятия функционального анализа; - формулировки теорем функционального анализа; - доказательства теорем функционального анализа
Уметь	- уметь интерпретировать понятия и утверждения функционального анализа; - уметь применять к решению задач изученную теорию
Владеть	- практическими навыками использования понятий и методов функционального анализа при решении прикладных задач; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - навыками построения и решения математических моделей прикладных задач

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов:
  - аудиторная – 51 акад. час;
  - внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 92,05 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Раздел 1. Метрические пространства</b>								
1.1 Понятие метрического пространства. Типы множеств в метрическом пространстве.	4	1		2/2И	8	Подготовка к практическому занятию	Проверка конспектов. Теоретический диктант	ОПК-1 – зув
1.2 Предельный переход в метрическом пространстве. Полные метрические пространства.	4	2		4/2И	12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1 – зув
1.3 Непрерывные отображения. Принцип сжимающих отображений.	4	2		4/2И	12	Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях. АКР № 1	ОПК-1 – зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>5</b>		<b>10/6И</b>	<b>32</b>			
<b>Раздел 2. Теория меры и интеграл Лебега</b>								
2.1 Измеримые множества и их свойства.	4	2		4/2И	10	Подготовка к практическому занятию. Поиск допол-	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуж-	ОПК-1 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						нительной информации по заданной теме	дение	
2.2 Измеримые функции.	4	2		4	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1 – зув
2.3 Интеграл Лебега от измеримых ограниченных и неограниченных функций. Сравнение интегралов Римана и Лебега.	4	3		4/2И	12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	АКР № 2	ОПК-1 – зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>7</b>		<b>12/4И</b>	<b>30</b>			
<b>Раздел 3. Банаховы и гильбертовы пространства. Линейные операторы.</b>								
3.1 Нормированные пространства. Банаховы и гильбертовы пространства.	4	2		4/2И	20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Обсуждение, письменный опрос	ОПК-1 – зув
3.2 Линейные операторы	4	3		8/2И	10,05	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный и письменный опрос, проверка конспектов АКР № 3	ОПК-1 – зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>5</b>		<b>12/4И</b>	<b>30,05</b>			
<b>Итого за семестр</b>		<b>17</b>		<b>34/14И</b>	<b>92,05</b>		<b>зачет</b>	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>17</b>		<b>34/14И</b>	<b>92,05</b>		<b>зачет</b>	

**И** – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## 5 Образовательные и информационные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Согласно п. 34 Порядка организации и осуществления деятельности по образовательным программам бакалавриата высшего образования (утв. приказом МОиН РФ от 05.04.2017 г. № 301), при проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Выбирая ту или иную технологию работы с обучающимися, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, содержание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

В нашей работе мы используем следующее.

1. *Традиционные образовательные технологии.* Организация образовательного процесса, предполагает прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий:

- информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами.

- семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

- практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. *Технологии проблемного обучения.* Организация образовательного процесса предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий:

- проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

- лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух студентов (заранее подготовившихся) или студента и преподавателя (например, реконструкция диалога исторических личностей – свидетелей открытия какого-либо научного факта; «ученого» и «практика» и т.д.).

- практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

- самостоятельная работа (с консультациями преподавателя) на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. *Технологии проектного обучения.* Образовательный процесс построен в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтап-



ную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексии. Применяется в основном для перехода компетенции на уровень владения.

Основные типы применяемых нами в образовательной деятельности проектов:

*Исследовательский проект* – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем). Результатом является учебная карта по модулю нашей образовательной программы.

*Творческий проект*, предполагающий в отличие от предыдущего, конечный продукт в следующих вариантах – газета к исторически значимому «математическому» событию (праздник числа «Пи» и т.п.); «математическая» открытка (своего рода учебная карта, только неформально, красочно оформленная; видеоролик «Я научу вас решать ...» и т.п.

*Информационный проект* – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение и, наконец, презентация по практическому приложению).

4. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*. Организация образовательного процесса с применением специализированных программных сред и технических средств работы с информацией (информационную среду университета МО-ОДУС MOODLE).

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Функциональный анализ» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### *Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):*

#### *АКР №1 «Метрические пространства»*

1. Является ли метрикой функция и почему:

а)  $\rho(x, y) = x^2 + y^2$ ;      б)  $\rho(x, y) = \arctg|x - y|$ ?

2. Будет ли множество целых чисел метрическим пространством, если положить, что  $\rho(x, y) = \sqrt[3]{|x - y|}$ ? Если – да, то, что из себя представляет замкнутый шар, открытый шар и сфера в таком метрическом пространстве?

3. Является ли фундаментальной последовательность функций  $f_n(x) = \frac{x+n}{n^3+x^2}$  в пространстве  $C[2, 4]$ ?

4. Найти неподвижные точки отображения  $f(x) = x^2 - 5x - 7$  числовой прямой в себя.

5. Докажите, что последовательность, заданная рекуррентной формулой

$$x_{n+1} = \frac{1}{9}x_n + 8 \quad (x_0 = 0)$$
 имеет предел, и найдите его.

6. Докажите, что последовательность цепных дробей  $3, 3 + \frac{1}{3}, 3 + \frac{1}{3 + \frac{1}{3}}, \dots$  имеет предел и найдите его.

**АКР №2 «Теория меры и интеграл Лебега»**

1. Может ли равняться нулю мера множества, которое содержит хотя бы одну внутреннюю точку?

2. Можно ли построить на отрезке  $[a; b]$  замкнутое множество линейной меры  $b-a$ , отличное от всего отрезка?

3.  $f(x) = \begin{cases} x^2, & x \in F \cap E, \\ x^3, & x \in [0; 1] \setminus (F \cap E), \end{cases}$  выясните, измерима ли функция  $f$ , если  $F$  – канторово множество,  $E$  – некоторое неизмеримое множество.

4.  $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{x}}, & x \in I, \\ x^3, & x \in Q, \end{cases}$  вычислите интеграл Лебега  $\int_{0,5}^1 f(x) dx$ .

5. Вычислите интеграл Лебега  $\int_{(1;2)} \frac{dx}{\sqrt[3]{x-1}}$ .

6. Докажите, что функция  $f$  такая, что  $f(0) = 0$  и  $f(x) =$

$= \frac{1}{\sqrt[3]{x}}$  при  $x \neq 0$ , суммируема на  $E: [-1, 8]$ , и найдите ее интеграл.

**АКР №3 «Банаховы и гильбертовы пространства»**

1. Проверьте, что  $C_2[a, b]$  – нормированное пространство.

2. Докажите, что предгильбертово пространство является линейным нормированным пространством с нормой

$$\|x\| = \sqrt{(x, x)}.$$

3. Найдите норму функции  $y = \frac{1}{5}(4x^3 - x^4)$  в пространствах а)  $C[-1, 5]$ ; б)  $C_1[-1, 5]$ .

4.

Эквивалентна ли исходная норма на  $BV[a, b]$  норме  $\|f\|' = |f(a)| + \text{var}_{[a,b]}(f)$ ?

5. Докажите, что  $BV[a, b]$  – банахово пространство.

6. Докажите, что элемент  $x$  гильбертова пространства  $H$  ортогонален подпространству  $L \subset H$  в том и только том случае, если для любого элемента  $u \in L$  имеет место неравенство  $\|x\| \leq \|x - u\|$ .

**АКР №4 «Линейные операторы»**

1.

Является ли линейным оператор  $F: (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}) \rightarrow (u, v)$ :

$$\begin{cases} u = a_1x + b_1y + c_1z; \\ v = a_2x + b_2y + c_2z, \end{cases}$$

действующий из  $R_2^3$  в  $R_2^2$ ?

2. Норма линейного функционала, действующего на плоскости  $R_1^2$ , равна 6, а его значение в точке  $(1, 2)$  равно 2. Найдите значение функционала в точке  $(-1, 2)$ .

3.

Линейный оператор  $T: C[-1, 1] \rightarrow C[-1, 1]$  задан формулой

$$(Tf)(x) = \int_{-1}^1 \sin(|x|y) f(y) dy.$$

1) Докажите, что  $T$  ограничен.

2) Вычислите  $\|T\|$ .

3) Достигает ли  $T$  нормы?

4. Найти преобразование Фурье  $F(w)$  функции

$$f(x) = \begin{cases} x^2, & |x| \leq 2, \\ 0, & |x| > 2. \end{cases}$$

5. В пространстве  $V_3$  линейный оператор  $A$  – зеркальное отражение относительно плоскости  $YOZ$ . Найти матрицу оператора  $A$  в базисе  $(i, j, k)$ . Найти образ вектора  $\{2, -1, 3\}$ . Найти ядро и образ оператора  $A$ . Существует ли обратный оператор? Если - да, то описать его действие.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия функционального анализа;</li> <li>- формулировки теорем функционального анализа;</li> <li>- доказательства теорем функционального анализа</li> </ul>	<p><b>Теоретические вопросы для экзамена</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метрические пространства.</li> <li>2. Топология метрического пространства.</li> <li>3. Сходимость в метрическом пространстве.</li> <li>4. Фундаментальные последовательности. Полнота пространства.</li> <li>5. Непрерывные отображения метрических пространств.</li> <li>6. Сжимающие отображения. Принцип Банаха.</li> <li>7. Метод последовательных приближений и применение его к решению уравнений.</li> <li>8. Мера открытых и замкнутых ограниченных множеств.</li> <li>9. Измеримые по Лебегу множества и их свойства.</li> <li>10. Измеримые функции.</li> <li>11. Интеграл Лебега от измеримой ограниченной функции и его свойства.</li> <li>12. Интеграл Лебега от неограниченных функций.</li> <li>13. Сравнение интегралов Римана и Лебега.</li> <li>14. Нормированные пространства.</li> <li>15. Эквивалентные нормы. Эквивалентность норм в конечномерных пространствах.</li> <li>16. Банаховы пространства.</li> <li>17. Гильбертовы пространства.</li> <li>18. Базис гильбертова пространства.</li> <li>19. Пространства <math>l_1</math> и <math>l_2</math>.</li> <li>20. Ряды Фурье.</li> <li>21. Линейные операторы. Норма оператора.</li> <li>22. Обратный оператор. Теорема об обратном операторе.</li> <li>23. Преобразование Фурье.</li> <li>24. Оператор свёртки.</li> </ol> <p><b>Экзамен в 4 семестре</b></p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь интерпретировать понятия и утверждения</li> </ul>	<p><b><i>Владеет фундаментальными методами и способами решения классических задач дисциплины исследовательского характера:</i></b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	функционального анализа; - уметь применять к решению задач изученную теорию	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пусть <math>M</math> — любое множество. Положим               <math display="block">\rho(x, y) = \begin{cases} 1, &amp; \text{если } x \neq y, \\ 0, &amp; \text{если } x = y. \end{cases}</math>               Докажите, что <math>\rho(x, y)</math> — метрика на <math>M</math>.             </li> <li>2. Пусть <math>M</math> — множество всех населенных пунктов на левом берегу Волги. Расстояние <math>\rho(x, y)</math> от пункта <math>x</math> до пункта <math>y</math> будем измерять временем движения от <math>x</math> до <math>y</math> теплохода, имеющего собственную скорость 20 км/ч. Образует ли <math>M</math> метрическое пространство?</li> <li>3. Могут ли в некотором метрическом пространстве два открытых шара различных радиусов совпадать между собой?</li> <li>4. Докажите, что следующие последовательности числовой прямой <math>\mathbf{R}</math> фундаментальны:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) <math>x_n = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{2^n}</math>;</li> <li>б) <math>x_n = \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \dots + \frac{1}{n!}</math>.</li> </ol> </li> <li>5. Является ли сжимающим отображение <math>f(x) = x + \frac{1}{x}</math> полу-прямой <math>[1, \infty[</math> в себя?</li> <li>6. Покажите, что функция <math>f(x) = \sqrt[3]{1000 - x}</math> отображает отрезок <math>[9, 10]</math> в себя. Сжимающее ли это отображение?</li> </ol>
Владеть	- практическими навыками использования понятий и методов функционального анализа при решении прикладных задач; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - навыками построения и решения математических моделей прикладных задач	<p style="text-align: center;"><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покажите, что уравнение               <math display="block">x = \sqrt[3]{x + 2}</math>               можно решить методом последовательных приближений и вычислите его корни с точностью до 0,01.             </li> <li>2. Докажите, что последовательность цепных дробей               <math display="block">2, 2 + \frac{1}{2}, 2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}, 2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}}, \dots</math>               имеет предел, и найдите его.             </li> </ol>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Функциональный анализ» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета в 4 семестре.

### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

- «зачтено» - обучающийся показывает сформированность компетенции ОПК-1 по разделам 4-го семестра, т.е. показывает соответствующие знания (по крайней мере, на уровне воспроизведения и объяснения информации) и интеллектуальные навыки решения предложенных в таблице п.7а) задач;

- «не зачтено» - результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Дерр, В.Я. Функциональный анализ. Лекции и упражнения : учебное пособие / Дерр В.Я. — Москва : КноРус, 2019. — 507 с. — ISBN 978-5-406-06376-7. — URL: <https://book.ru/book/930021> .

2. Сухинов, А. И. Лекции по функциональному анализу: учебное пособие / А.И. Сухинов, И.П. Фирсов. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 189 с. ISBN 978-5-9275-0671-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549858> .

### **б) Дополнительная литература:**

1. Крепкогорский В.Л., Функциональный анализ : учебное пособие / В.Л. Крепкогорский - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 116 с. - ISBN 978-5-7882-1650-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216508.html> .

2. Мельников Н.Б., Прикладной функциональный анализ: задачи с решениями : Учебное пособие. / Мельников Н. Б., Артемьева Л. А. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2015. - 108 с. (Серия "Бакалавриат. Учебные пособия") - ISBN 978-5-19-011104-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785190111040.html> .

3. Ревина, С. В. Функциональный анализ в примерах и задачах: учеб. пособие / Ревина С.В., Сазонов Л.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 120 с. ISBN 978-5-9275-0683-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556115> .

### **в) методические указания**

1. Осиленкер, Б.П. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебно-практическое пособие : учебное пособие / Осиленкер Б.П. — Москва : МИСИ-МГСУ, 2017. — 133 с. — ISBN 978-5-7264-1650-2. — URL: <https://book.ru/book/930317>

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1.

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

## 2. информационные сети Интернет:

1) Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] /Центр информ. Технологий РГБ; ред. Власенко Т.В., Web мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос. Гос. б-ка, 1997. URL:<http://www.rsl.ru/>, свободный.– Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

2) Российская национальная библиотека. [Электронный ресурс] / –URL: <http://www.nlr.ru> . Яз.рус.

3) Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru> , свободный.– Загл. с экрана. Яз.рус .

4) Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL:<http://www.public.ru/> .

5) Студенческая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studlib.com> , свободный.– Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

6) Компьютерра: все новости про компьютеры, железо, новые технологии, информационные технологии [Электронный ресурс]. – Периодическое электронное Интернет-издание – Режим доступа: <https://www.computerra.ru/> – Загл. с экрана. Яз. рус.

7) Система «Интернет-тренажеры в сфере образования» на сайте [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru).

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран Комплекс методических разработок (раздаточного материала и методических указаний) и\или комплекс тестовых заданий для подготовки и проведения промежуточных и рубежных контролей
Помещения для самостоятельной работы учащихся	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий