

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

 Хагуров, Т.А.

*подпись*

« 31 » мая 2019г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.23 «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»**

Направление подготовки: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность (Профиль): Технология программирования

Программа подготовки Академическая

Форма обучения Очная

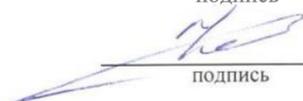
Квалификация Бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Функциональный анализ» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль Технология программирования

Программу составили:

С.И. Фоменко, к.ф.-м.н., доцент

подпись  
  
подпись

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной математики, протокол № 10 «15» мая 2019 г.  
Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.

  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий, протокол № 15 от «07» мая 2019 г.  
и.о. заведующего кафедрой Подколзин В.В.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 от «15» мая 2019 г.  
Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

  
подпись

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

**Цели** изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», в рамках которой преподается дисциплина.

Функциональный анализ – дисциплина профессионального цикла. Основными объектами изучения в функциональном анализе являются пространства самого общего вида, и функции (операторы, функционалы) определенные на этих пространствах. Для функционального анализа характерно сочетание и обобщение методов математического анализа, геометрии, линейной алгебры, топологии и дифференциальных уравнений, что приводит к установлению связей между отдаленными разделами математики. Изучение функционального анализа, составляющего основу современной математики, позволит будущему специалисту сформировать необходимые компоненты математического мышления: уровень, кругозор, культуру и методы, которые понадобятся ему для успешной работы в будущей профессиональной деятельности. Знания функционального анализа необходимы для изучения других математических дисциплин и методов.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- научить строить и исследовать метрические пространства, проверять их полноту;
- научить использовать принцип сжимающих отображений для доказательства существования решений уравнений, построения итерационных методов решения уравнений и обоснования их сходимости;
- научить использовать основные виды нормированных линейных пространств;
- научить исследовать свойства функционалов и операторов на нормированных пространствах.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к базовой части Блока 1.

Данная дисциплина «Функциональный анализ» тесно связана с дисциплинами: математический анализ, алгебра и теория чисел, геометрия и топология, дифференциальные уравнения, численные методы, уравнения математической физики.

В совокупности изучение этой дисциплины готовит студентов к различным видам практической, научно-теоретической и исследовательской деятельности.

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Функциональный анализ»:

<b>№</b>	<b>Код и наименова-</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
----------	-------------------------	--

п.п .	ние компетенции	знает	умеет	владеет
1.	<p>ПК-1:</p> <p>Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики</p>	<p>основные понятия, положения и методы функционального анализа</p>	<p>Использовать знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач</p>	<p>навыками применения знаний по современному математическому аппарату для решения математических задач</p>
2.	<p>ОПК-1:</p> <p>Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические положения, лежащие в основе построения методов функционального анализа</li> <li>• проблемы, постановки и обоснования задач математического и информационного обеспечения при исследовании прикладных систем</li> <li>• основные методы решения типовых задач функционального анализа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• доказывать утверждения, специфичные для комплексного анализа,</li> <li>• выбрать метод для решения конкретной задачи комплексного анализа;</li> <li>• применять полученные знания для использования в практической деятельности анализа и решения прикладных задач.</li> </ul>	<p>методами комплексного анализа для исследования различных прикладных задач и выбора эффективных алгоритмов для решения и исследовании профессиональных и социальных задач.</p>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. ( 108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			4	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>68</b>	<b>68</b>	
Занятия лекционного типа		34	34	
Лабораторные занятия		34	34	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	
		-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>				
Курсовая работа		-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала		35,8	35,8	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	
Реферат		-	-	
		-	-	
Подготовка к текущему контролю		-	-	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену		-	-	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>72,5</b>	<b>72,5</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины, разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Пространства.	32	10	-	12	10
2	Теория меры.	24	8	-	8	8
3	Функционалы.	11.8	4	-	4	3.8
4	Операторы.	36	12	-	12	12
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	103.8	34	-	36	33.8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2.5				

	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2				
	Подготовка к текущему контролю	1.5				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

**Вид аттестации:** зачет

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента, КСР – контролируемая работа студента; ИКР – иная контактная работа, ЭКЗ- подготовка к сдаче зачета и экзамена.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Пространства	Понятие метрического пространства. Линейные пространства. Нормированные пространства. Евклидовы пространства. Гильбертово пространство.	Опрос Зачет
2	Теория меры	Теория меры. Лебегова мера. Интеграл Лебега.	Опрос Зачет
3	Функционалы	Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала	Опрос Зачет
4	Операторы	Линейные операторы, определения и примеры. . Сопряженные операторы. Норма оператора. Принцип сжимающих отображений.	Опрос Зачет

### 2.3.2 Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля (по неделям семестра)
1	2	3	4
1	Пространства	Понятие метрического пространства. Линейные пространства. Нормированные пространства. Евклидовы пространства. Гильбертово пространство.	Проверка выполнения лабораторных работ . Контрольная работа
2	Теория меры	Теория меры. Лебегова мера. Интеграл Лебега.	Проверка выполнения лабораторных

			работ . Контрольная работа.
3	Функционалы	Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала	Проверка выполнения лабораторных работ . Контрольная работа.
4	Операторы	Линейные операторы, определения и примеры. . Сопряженные операторы. Норма оператора. Принцип сжимающих отображений.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольная работа

### 2.3.2 Курсовые работы – не предусмотрены

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

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
3	Подготовка к решению задач	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные *лекции*, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой и др. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематический обзор понятий и методов Комплексного анализа с подачей материала в форме презентаций и с использованием других интерактивных технологий: проблемное обучение, моделирование, дискуссия.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач, развить математическую интуицию и творческое мышление. Разбор конкретных ситуаций, математическое моделирование задач, встречающихся на практике (проблемное обучение), командная работа, визуализация и обсуждение результатов анализа широко используется при проведении лабораторных, а также самостоятельных работ.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием возможностей средств удаленного доступа (электронная почта, видеоконференция).

## **4. Оценочные и методические материалы**

### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме:

- контроль за выполнением домашних заданий;
- проверка выполнения самостоятельных работ;
- проведение контрольных работ.

и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету и экзамену.

Зачет выставляется по результатам выполненных контрольных работ, индивидуальных заданий и текущей работы на лабораторных занятиях.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Пространства	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №1	Вопросы к зачету 1-13
2	Теория меры	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №2	Вопросы к зачету 14-24
3	Функционалы	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №3	Вопросы к зачету 25-30
4	Операторы	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №4	Вопросы к зачету 26-38

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1: Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	<i>Знает</i> – базовые методы, понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине, формулировки и утверждений;	<i>Знает</i> – основные методы, основные понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине, формулировки и доказательства утверждений	<i>Знает</i> - основные методы, основные понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства; знаком с нестандартными подходами к решению задач.
	<i>Умеет</i> – формулировать базовые утверждения, решать базовые задачи дисциплины	<i>Умеет</i> - формулировать и доказывать базовые утверждения дисциплины, решать основные задачи математики, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла	<i>Умеет</i> - доказывать основные утверждения дисциплины, решать основные и продвинутые задачи, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла; проводить доказательства нестандартным путем.
	<i>Владеет</i> – методами решения базовых задач и базовыми понятиями, рассматриваемые в дисциплине.	<i>Владеет</i> - методами решения задач, базовыми методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественнонаучного	<i>Владеет</i> - методами решения задач, основными методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла. Демонстрирует дополнительные знания и эрудицию.
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<i>Знает</i> – базовые понятия и методы дисциплины, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного и профессионального цикла;	<i>Знает</i> – основные методы и понятия, изучаемые в дисциплине, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного и профессионального цикла;	<i>Знает</i> - основные методы, понятия, изучаемые в дисциплине, сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного и профессионального цикла;

<p><i>Умеет</i> – решать базовые задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, сформулированные в терминах данной математической дисциплины, применять основные методы решения.</p>	<p><i>Умеет</i> - решать основные задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, сформулированные в терминах данной математической дисциплины, применять основные и продвинутые методы решения;</p>	<p><i>Умеет</i> – формулировать в терминах данной математической дисциплины задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, решать их с помощью основных и продвинутых методов</p>
<p><i>Владеет</i> отдельными методами применения математических методов, рассмотренных в рамках дисциплины, для решения профессиональных задач</p>	<p><i>Владеет</i> основными методами применения математических методов, рассмотренных в рамках дисциплины, для решения профессиональных задач</p>	<p><i>Владеет</i> методами применения полученных знаний в постановке и решении прикладных задач;</p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Примерные задания на лабораторные работы**

#### **Понятие метрического пространства.**

Аксиомы метрического пространства. Сходимость, открытые и замкнутые множества в метрических пространствах. Задачи [2], §6, № 6.1 – № 6.11.

#### **Линейные пространства. Нормированные пространства.**

Определения и примеры. Линейные многообразия. Подпространства. Нормированные пространства. Банахово пространство. Задачи [2], §1, № 1.1 – № 1.65.

#### **Евклидовы пространства. Гильбертово пространство.**

Скалярное произведение. Евклидовы пространства. Существование ортогональных базисов, ортогонализация. Неравенства Бесселя. Полные евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Определитель Грама. Задачи [2], §3, № 3.1 – № 3.41.

#### **Теория меры. Лебегова мера.**

Лебегова мера плоских множеств. Общее понятие меры. Измеримые функции.

#### **Интеграл Лебега.**

Определение интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана. Задачи [2], §4, № 4.1 – № 4.31.

#### **Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.**

Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала. Определение сопряженного пространства. Слабая топология и слабая сходимость. Задачи [2], §11, № 11.1 – № 11.26, §13, № 13.1 – № 13.11, §14, № 14.1 – № 14.12.

### Линейные операторы, определения и примеры.

Норма оператора, определения и примеры. Непрерывность и ограниченность. Сумма и произведение операторов. Обратный оператор, обратимость. Задачи [2], §7, № 7.1 – № 7.16, §9, № 9.1 – № 9.14.

### Сопряженные операторы. Самосопряженные операторы.

Сопряженные операторы. Самосопряженные операторы. Спектр оператора. Задачи [2], §18, № 18.1 – № 18.11, §19, № 19.1 – № 19.18.

### Принцип сжимающих отображений.

Принцип сжимающих отображений. Применение сжимающих отображений для доказательства существования решений уравнений и для построения сходящихся итерационных методов. Задачи [2], §24, № 24.1 – № 24.30.

### Примеры самостоятельных работ

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных занятий.

Для контроля знаний периодически проводятся аудиторные самостоятельные работы.

#### Контрольная работа 1 ( вариант задач).

1. Исследовать на сходимость в  $C_{[0,1]}$  последовательности  $x_n = \frac{t^{n+1}}{n+1} - \frac{t^{n+2}}{n+2}$ .
2. Выполняются ли аксиомы метрики в  $R^3$  для функции  $\rho(x, y) = \max_{1 \leq k \leq 3} k^3 |x_k - y_k|^{1/4}$ .
3. Исследовать на сходимость в  $m$  последовательности  $x_n = (\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \dots, \frac{n}{n+1}, 2, 2, \dots)$ .

#### Контрольная работа 2 ( вариант задач).

1. Найти норму линейного функционала  $f(x) = \int_0^1 x(t) \ln(t+1) dt$  в  $C_{[0,1]}$ .
2. Проверить линейность и оценить норму оператора  $Ax(t) = \int_0^\pi (\sin t + \cos \tau)x(\tau) d\tau$  отображающего  $L_{[0,\pi]} \rightarrow L_{[0,\pi]}$ .
3. Найти собственные значения и собственные элементы оператора  $Ax(t) = \int_2^1 (\sqrt{t}\tau - \sqrt{\tau}t)x(\tau) d\tau$ .
4. При каких значениях  $\lambda$  оператор  $Ax(t) = \lambda \int_0^1 |1-2\tau| \cdot \sin t d\tau$  является сжимающим в  $C_{[0,1]}$ .

## Примерный перечень вопросов к зачету

*Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ОПК-1, ПК-1.*

1. Аксиомы метрического пространства.
2. Неравенства Коши – Буняковского, Минковского, Юнга, Гёлдера.
3. Полные метрические пространства.
4. Пополнение метрических пространств.
5. Линейные пространства. Определения и примеры.
6. Полные евклидовы пространства. Теорема Рисса – Фишера.
7. Определение сопряженного пространства.
8. Евклидовы пространства.
9. Существование ортогональных базисов, ортогонализация.
10. Гильбертово пространство.
11. Принцип сжимающих отображений.
12. Метод последовательных приближений.
13. Метод последовательных приближений для системы линейных алгебраических уравнений.
14. Понятия компактности.
15. Компактность в метрических пространствах.
16. Предкомпактные множества.
17. Теория меры. Элементарные множества.
18. Лебегова мера плоских множеств.
19. Общее понятие меры.
20. Измеримые функции. Действия над измеримыми функциями.
21. Сходимость по мере.
22. Интеграл Лебега. Простые функции.
23. Свойства интеграла Лебега.
24. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.
25. Линейные функционалы. Геометрический смысл.
26. Нормированные пространства.
27. Неравенства Бесселя.
28. Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.
29. Сильная и слабая сходимость в сопряженном пространстве.
30. Линейные операторы, определения и примеры.
31. Непрерывность и ограниченность.
32. Сумма и произведение операторов.
33. Обратный оператор, обратимость.
34. Сопряженные операторы.
35. Самосопряженные операторы.
36. Спектр оператора.
37. Резольвента.
38. Неограниченные операторы в нормированных пространствах.

**4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для успешного выполнения лабораторной работы обучающемуся следует ознакомиться с теоретической частью дисциплины по теме лабораторной работы, изложенной в лекциях. Для углубленного понимания теоретического материала могут быть использованы источники, указанные в списке основной литературы [1-4], дополнительной [8].

Критерием должной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ являются приобретенные знания, позволяющие безошибочно ответить на вопросы, сформулированные по каждой теме лабораторных работ. Для приобретения должных навыков к решению задач предполагается решение задач на лабораторных занятиях в учебных аудиториях под руководством преподавателя. Закрепление приобретенных навыков осуществляется внеаудиторным самостоятельным решением студентом задач. Номера задач для решения в аудитории и дома указаны к каждой лабораторной работе.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **5.1 Основная литература:**

1. Основы математического анализа [Электронный ресурс] : учебник : в 2 т. Т. 1 / Фихтенгольц Г. М. - СПб. : Лань, 2015. - 448 с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65055](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65055).
2. Сборник задач по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. Т. 1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 496 с. - [https://e.lanbook.com/book/2226#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2226#book_name).
3. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебник. Т. 1 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Кудрявцев Л. Д. - 4-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 444 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=854332>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Функциональный анализ [Текст] : [учебное пособие] / З. Б. Цалюк, М. В. Цалюк ; Фак. математики и компьютерных наук Кубанского гос. ун-та. - Краснодар : [Факультет математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета] : [Просвещение-Юг], 2014. - 79 с. - Библиогр.: с. 79. - 80 р.
2. Крепкогорский, В.Л. Функциональный анализ : учебное пособие / В.Л. Крепкогорский ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 116 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1650-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428727>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятиями и методами Комплексного анализа и навыками их применением в решении практических задач.

Важнейшим этапом является самостоятельная работа по дисциплине. Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

- работа на лабораторных занятиях и конспекты лекций могут выполняться на отдельных листах либо непосредственно в рабочей тетради;
- оформление индивидуальных заданий желательно на отдельных листах.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и выполнении практических заданий по разобранным во время аудиторных занятий примерам.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список задач и вопросов коллоквиума) и итоговой аттестации (зачета, экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы

**Критерии выставления оценок.**

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

#### Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основном теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

#### Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

#### Оценка «неудовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;

- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий.**

Информационные технологии – не предусмотрены.

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.**

Программное обеспечение - не предусмотрено.

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)
3. ЭБС Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО Издательство «Лань»

### 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционные аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): А305, 133.
2.	Лабораторные занятия	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), соответствующей количеству студентов, доской: 133, 149, 150.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории А305, 133, 150, 148, . оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), презентационной техникой для проведения групповых и индивидуальных консультаций
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитории А305, 133. оснащенные учебной мебелью (столы, стулья)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: 102-А, а также студентческий читальный зал библиотеки КубГУ (к.109С) и зал доступа к электронным ресурсам и каталогам (к. А213).