

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

« _____ » _____ 2020г.

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

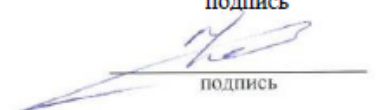
Квалификация Бакалавр

Краснодар 2020

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:

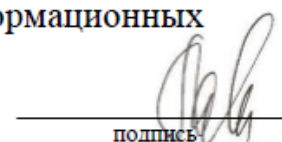
С.И. Фоменко, к.ф.-м.н., доцент

подпись

подпись

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной математики, протокол № 10 «22» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий, протокол № 18 от «06» мая 2020г.
и.о. заведующего кафедрой Гаркуша О.В.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 2 от «22» мая 2020 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 (ИКСИБ) 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»:

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-1: Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики	основные понятия, положения и методы функционального анализа	Использовать знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач	навыками применения знаний по современному математическому аппарату для решения математических задач
2.	ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • теоретические положения, лежащие в основе построения методов функционального анализа • проблемы, постановки и обоснования задач математического и информационного обеспечения при исследовании прикладных систем • основные методы решения типовых задач функционального анализа 	<ul style="list-style-type: none"> • доказывать утверждения, специфичные для комплексного анализа, • выбрать метод для решения конкретной задачи комплексного анализа; • применять полученные знания для использования в практической деятельности анализа и решения прикладных задач. 	методами комплексного анализа для исследования различных прикладных задач и выбора эффективных алгоритмов для решения и исследовании профессиональных и социальных задач.

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

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	Операторы.	36	12	-	12	12
3	Функционалы.	11.8	4	-	4	3.8
4	Теория меры.	24	8	-	8	8
	ИТОГО по разделам дисциплины	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	Функционалы	Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала	Опрос Зачет
3	Операторы	Линейные операторы, определения и примеры. . Сопряженные операторы. Норма оператора. Принцип сжимающих отображений.	Опрос Зачет
4	Теория меры	Теория меры. Лебегова мера. Интеграл Лебега.	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	Функционалы	Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала	Проверка выполнения лабораторных работ . Контрольная работа.
3	Операторы	Линейные операторы, определения и примеры. . Сопряженные операторы. Норма оператора. Принцип сжимающих отображений.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольная работа
4	Теория меры	Теория меры. Лебегова мера. Интеграл Лебега.	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	Операторы и функционалы	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №2	Вопросы к зачету 14-28
3	Теория меры	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа №3	Вопросы к зачету 29-33

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 цикла	<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;

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

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.

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.

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.

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.

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 λ 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, Гёльдера.
3. Полные метрические пространства.
4. Пополнение метрических пространств.
5. Понятия компактности.
6. Компактность в метрических пространствах.
7. Линейные пространства. Определения и примеры.
8. Нормированные пространства.
9. Евклидовы пространства.
10. Гильбертово пространство.
11. Существование ортогональных базисов, ортогонализация.
12. Определение сопряженного пространства.
13. Неравенства Минковского и Гельдера.
14. Отображения, обратные отображения
15. Принцип сжимающих отображений.
16. Метод последовательных приближений.
17. Метод последовательных приближений для системы линейных алгебраических уравнений.
18. Линейные операторы, определения и примеры.
19. Непрерывность и ограниченность.
20. Сумма и произведение операторов.
21. Обратный оператор, обратимость.
22. Сопряженные операторы.
23. Самосопряженные операторы.
24. Спектр оператора.
25. Резольвента.
26. Линейные функционалы. Геометрический смысл.
27. Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.
28. Сильная и слабая сходимость в сопряженном пространстве.
29. Теория меры. Элементарные множества.
30. Лебегова мера плоских множеств.
31. Интеграл Лебега. Простые функции.
32. Свойства интеграла Лебега.
33. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.

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?p11_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.
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).