

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



«27» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.12 «Функциональный анализ»

Направление подготовки/специальность: 02.03.03 математическое обеспечение
и администрирование информационных систем

Направленность (профиль) / специализация: технология программирования

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.О.12 «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 составил(и):

Кандидат технических наук, доцент

С.М. Силинская



Рабочая программа дисциплины «Функциональный анализ» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 «24» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

М.Х. Уртенев



Подпись

Рабочая программа дисциплины «Функциональный анализ» обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол № 13 от 18.05.2022г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) к.ф.-м.н.

В.В. Подколзин



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 6 «25» мая 2022 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



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.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	
ИОПК-1.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области	Знает теоретические положения, лежащие в основе построения методов функционального анализа
	Умеет доказывать утверждения, выбирать методы для решения задач функционального анализа и приложений функционального анализа
	Владеет основными методами решения типовых задач функционального анализа, способен применять эти методы для решения поставленных прикладных задач
ПК-1 Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики	
ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная на решение задач актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	Знает основные понятия, положения и методы функционального анализа
	Умеет использовать полученные знания для решения математических и прикладных задач
	Владеет навыками практического применения знаний, полученных при прослушивании лекционного курса и посещения практических занятий.

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
	<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.

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

2	Функционалы	Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала	Опрос
3	Операторы	Линейные операторы, определения и примеры. . Сопряженные операторы. Норма оператора. Принцип сжимающих отображений.	Опрос
4	Теория меры	Теория меры. Лебегова мера. Интеграл Лебега.	Опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№ 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.	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.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

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.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Пространства.	10	9
2.	Операторы.	12	11
3.	Функционалы.	4	4
4.	Теория меры.	8	6
	<i>Итого по дисциплине:</i>	34	30

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.

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 на зачете.

Зачет выставляется по результатам выполненных контрольных работ, индивидуальных заданий и текущей работы на лабораторных и лекционных занятиях (посещаемость), а также ответа на теоретические вопросы во время зачета.

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	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области	Знает теоретические положения, лежащие в основе построения методов функционального анализа	<i>Опрос на лекционных и лабораторных занятиях</i>	<i>Вопросы на зачете</i>
2	ИОПК-1.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области	Умеет доказывать утверждения, выбирать методы для решения задач функционального анализа и приложений функционального анализа	<i>Лабораторные и контрольные работы,</i>	<i>Вопросы на зачете</i>
3	ИОПК-1.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области	Владеет основными методами решения типовых задач функционального анализа, способен применять эти методы для решения поставленных прикладных задач	<i>Задания для контрольных и самостоятельных работ</i>	<i>Практические задачи на зачете</i>
4	ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная на решение задач актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразии	Знает основные понятия, положения и методы функционального анализа	<i>Опрос на лекционных и лабораторных занятиях</i>	<i>Вопросы на зачете</i>
5	ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная	Умеет использовать полученные знания для решения	<i>Задания для контрольных и само-</i>	<i>Практические задачи на заче-</i>

	на решение задач актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие	математических и прикладных задач	<i>стоятельных, текущие опросы на лабораторных занятиях</i>	<i>те</i>
6	ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная на решение задач актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие	Владеет навыками практического применения знаний, полученных при прослушивании лекционного курса и посещения практических занятий.	<i>Задания для лабораторных работ</i>	<i>Практические задачи на зачете</i>

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 контрольных работ

Целью самостоятельной (контрольной) 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.

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

Контрольная работа 1 (вариант задач).

1. Исследовать на сходимость в $C_{[0,1]}$ последовательности $x_n = \frac{1}{n+1} \frac{t^{n+2}}{n+2}$.
2. Выполняются ли аксиомы метрики в R^3 для функции $p(x,y) = \max_{1 < k < 3} kx_k - y_k y^4$.
3. Исследовать на сходимость в m последовательности $x_n = (\frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \frac{3}{n}, \dots, \frac{n}{n}, \frac{22}{n+1}, \dots)$.

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 $Ax(t) = \int_0^1 (\sin t + \cos m) x(m) dr$ отображающего $L_{[0,1]} \wedge L_{[0,1]}$.
3. Найти собственные значения и собственные элементы оператора $Ax(t) = \int_0^1 (Л m - 4m t)x(m) dr$.
4. При каких значениях $Л$ оператор $Ax(t) = \int_0^1 |1 - 2m| \sin t dr$ является сжимающим в $C_{[0,1]}$.

Примерный перечень вопросов к зачету

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

1. Аксиомы метрического пространства.
2. Неравенства Коши - Буняковского, Минковского, Юнга, Гёлдера.
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 [1-3], дополнительной [1-2].

Критерием должной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ яв-

ляются 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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная 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>.
4. **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.
5. **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>

4.2. Периодическая литература

Не используется

4.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
2. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e4anbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>

3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
5. Общероссийский портал Math-Net.Ru: <http://www.mathnet.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
3. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

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.

Зачет выставляется по результатам выполненных контрольных работ, индивидуальных заданий и текущей работы на лабораторных и лекционных занятиях. Отметка «зачтено» выставляется при более, чем 60% выполненном объеме индивидуальных заданий, а также 60% освоения теоретического материала.

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 Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории А305, А307, 133, 129. для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Windows, MS Word, MS PowerPoint
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ: 133, 149, 150.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: не требуются	Не предусмотрено
Аудитории А305, 133, 150, 148, для групповых (индивидуальных) консультаций	учебная мебель (столы, стулья, доска), презентационная техника	MS Windows, MS Word, MS PowerPoint
Аудитории А305, 133. для текущего контроля, промежуточная аттестация	учебная мебель (столы, стулья, доска)	Не предусмотрено
Самостоятельная работа: 102-А, а также студентский читальный зал библиотеки КубГУ (к.109С) и зал доступа к электронным ресурсам и каталогам (к. А213).	Кабинеты для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно образовательную среду университета:	MS Windows, MS Internet Explorer, Microsoft Edge