



1920

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Новороссийске
Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по работе с филиалами
ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»
А.А.Евдокимов

ds 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.В.ДВ.04.01 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль): Системный анализ, исследование операций и
управление (Математическое и информационное обеспечение экономической
деятельности)

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 228 от 12 марта 2015 года.

Программу составил(и):

И.Г.Рзун , доцент канд.физ.-мат.наук

С.В. Дьяченко доцент канд.физ.-мат.наук

Рабочая программа дисциплины Функциональный анализ утверждена на заседании кафедры Информатики и математики протокол № 1 от 30.08. 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Рзун И.Г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Информатики и математики протокол № 1 от 30.08. 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Рзун И.Г.

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии филиала УГС 01.00.00 «Математика и механика» 30.08. 2018 г. протокол № 1

Председатель УМК

С.В. Дьяченко

Рецензенты:

Сулимов А.В. Директор ООО «Центр компьютерной техники»

Посаженников А.В. Директор ООО «Профессиональные информационные технологии»

Содержание рабочей программы дисциплины

- 1 Цели и задачи изучения дисциплины.
 - 1.1 Цель освоения дисциплины
 - 1.2 Задачи дисциплины.
 - 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы
 - 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
2. Структура и содержание дисциплины.
 - 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.
 - 2.2 Структура дисциплины
 - 2.3 Содержание разделов дисциплины
 - 2.3.1 Занятия лекционного типа.
 - 2.3.2 Занятия семинарского типа.
 - 2.3.3 Лабораторные занятия.
 - 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
3. Образовательные технологии.
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.
 - 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.
 - 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .
 - 5.1 Основная литература
 - 5.2 Дополнительная литература
 - 5.3. Периодические издания:
6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .
7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .
 - 8.1 Перечень информационных технологий.
 - 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.
 - 8.3 Перечень информационных справочных систем
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины «Функциональный анализ» является овладение студентами методами функционального анализа непосредственно примыкающими к задачам прикладной математики, которые необходимы с одной стороны для формирования навыков работы с абстрактными математическими понятиями, а с другой стороны для восприятия с общетеоретических позиций идей и методов смежных дисциплин, подготовки студентов как к научно-исследовательской деятельности, так и к производственно - технологической деятельности в области решения прикладных задач.

1.2 Задачи дисциплины

освоить основные понятия, положения и методы функционального анализа; уметь доказывать утверждения, специфичные для функционального анализа, применять методы функционального анализа для решения математических задач; владеть методами функционального анализа для исследования различных прикладных задач.

Вырабатывать:

- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
- способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к выборочной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для освоения курса студентами необходимо наличие знаний и умений приобретённых в результате изучения ими базовых курсов математического анализа, алгебры и аналитической геометрии, дифференциальных уравнений. Знания, полученные при изучении данного курса, находят применение при изучении «Уравнений математической физики», «Дифференциальных уравнений», «Теории вероятностей», «Численных методов», ряда дисциплин специализации.

Методы функционального анализа находят своё приложение в различных сферах современной прикладной математики, например при создании современных систем управления, а также в научно-исследовательской работе.

В совокупности изучение этой дисциплины готовит бакалавров как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической и исследовательской деятельности.

Знания, полученные по освоению дисциплины, являются неотъемлемой частью базовой математической подготовки и необходимы для любой учебно-исследовательской работы, требующей проведения анализа той или иной физико-математической модели, в частности при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

Программа определяет общий объем знаний, позволяющий сформировать у студента целостное представление о методах функционального анализа, научный способ мышления, умение видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста. Вместе с тем, изложение ряда разделов курса неизбежно имеет, в основном, информационный характер.

В процессе освоения дисциплины у студента формируются следующие компетенции: ОПК-1, ПК-2

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	- понятие информации; - основные положения теории информации и кодирования; - общую характеристику у процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; - технические и программные средства реализации информационных процессов; - современное состояние и направления развития вычислительной техники и программных средств; - закономерности протекания информационных процессов в системах обработки информации; - принципы использования современных информационных технологий и инструментальных средств для решения различных задач в своей профессиональ	- работать в качестве пользователя персонального компьютера; - самостоятельно использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами; - создавать резервные копии и архивы данных и программ; - работать с программными средствами общего назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка; - использовать информационные системы и средства вычислительной техники в решении задач сбора, передачи, хранения и обработки экономической информации; - формулировать требования и принимать обоснованные решения по выбору	- навыками подготовки сложных иллюстрированных текстовых документов с использованием MS Word; - навыками решения расчетных экономических задач с применением MS Excel; - навыками создания и обработки реляционных баз данных средствами MS Access; - навыками подготовки электронных презентаций с использованием MS PowerPoint. - методами решения экономических задач с помощью специализированных программных продуктов; - навыками автоматизации и решения экономических задач; - технологиям и работы в локальных и

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			ной деятельности; - основы защиты информации и сведений, составляющих государственную тайну; - методы обеспечения информационной безопасности экономического субъекта.	аппаратно-программных средств для рационального решения задач, связанных с получением и преобразованием информации; - использовать в профессиональной деятельности сетевые средства поиска и обмена информацией.	глобальных информационных сетях; - приемами антивирусной защиты; - навыками работы с программами автоматизации и бухгалтерского учета.
	ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	современный математический аппарат.	строго доказывать математические утверждения, выделяя главные смысловые аспекты в доказательствах; на основе анализа увидеть и корректно сформулировать математически точный результат; применять современный математический аппарат в исследовательской и прикладной деятельности, изучать информационные системы методами математического прогнозирования и системного анализа, изучать большие системы современными	навыками применения современного математического аппарата для решения стандартных математических задач. навыками применения современного математического аппарата для решения профессиональных задач

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				методами высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных компьютеров в проводимых исследованиях.	

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			5	6
Контактная работа, в том числе:		112,6	58,3	52,3
Аудиторные занятия (всего):		102	54	48
Занятия лекционного типа		70	38	32
Лабораторные занятия		44	18	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)				
Иная контактная работа:		8,6	4,3	4,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,6	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		77	21	56
Курсовая работа				
Проработка учебного (теоретического) материала		45	15	30
Выполнение индивидуальных заданий		32	6	26
Реферат				
Подготовка к текущему контролю				
Контроль: экзамен		62,4	26,7	35,7
Подготовка к экзамену				
Общая трудоемкость	час.	252	108	144
	в том числе контактная работа	112,6		
	зач. ед	7	3	4

2.2 Структура дисциплины:

Объем трудоемкости: 7 зачетные единицы (252)

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Контактная работа				Контр оль	Самост оательн ая работа
			Л	ЛР	КСР	ИК Р		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	12	6	2				4
2	Интеграл Лебега	16	8	4				4
3	Пространства L_p [a, b]	18	8	4	2			4
4	Пространство L_p [a,b] и тригонометрические ряды Фурье	16	8	4				4
5	Линейная и метрическая структура	19	8	4	2			5
	Итого по дисциплине в 5 сем :	81	38	18	4			21
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				0,3		
	Контроль	26,7					26,7	
	Всего:	108	38	18	4	0,3	26,7	21

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Контактная работа				Контр оль	Самост оательн ая работа
			Л	ЛР	КСР	ИК Р		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Нормированные пространства	18	6	2				10
2	Евклидовы пространства	18	6	2				10
3	Линейные операторы и функционалы	24	6	4	2			12
4	Интегральные уравнения	22	6	4				12
5	Нелинейные операторы	26	8	4	2			12
	Итого по дисциплине в 6 сем:	108	32	16	4			56
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				0,3		
	Контроль	35,7					35,7	
	Всего:	144	32	16	4	0,3	35,7	56
	Всего по дисциплине:	252	70	34	8	0,6	62,4	77

2.3 Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Обобщение понятия интеграла. Интеграл Римана и интеграл Лебега. Пространства конечномерных векторов и функциональные пространства. ОПК-1, ПК-2

Раздел 2. Мера Лебега. Описание построения. Основные примеры и свойства. Измеримые функции. Основные примеры и свойства. Теорема Лузина. Опр. интеграла Лебега. Сравнение с интегралом Римана. Основные примеры и свойства. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Интеграл Лебега с переменным верхним пределом. ОПК-1, ПК-2

Раздел 3. Основные определения и примеры, неравенства Гёльдера и Минковского,

свойства. Сходимость в пространствах $L_p [a, b]$, их полнота, ряды и плотность множеств в этих пространствах. ОПК-1, ПК-2

Раздел 4. Тригонометрическая система и тригонометрические ряды Фурье. Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Теорема Рисса-Фишера. Оценки коэффициентов Фурье дифференцируемых функций. ОПК-1, ПК-2

Раздел 5. Линейная структура. Линейные пространства. Основные понятия. Метрическая (топологическая) структура. Метрические пространства. Основные понятия. ОПК-1, ПК-2

Раздел 6. Понятие нормированного пространства. Связь линейной и метрической структур. Основные примеры нормированных пространств. Полнота нормированных пространств. Пополнение (схема пополнения и пополнение неполного пространства, включённого в полное пространство). Ряды в нормированных пространствах. Признак Вейерштрасса. Плотность множеств в нормированных пространствах. Сепарабельные пространства. Полные линейно независимые системы в нормированных пространствах. Базисы. Компактность и предкомпактность. Основные свойства. Предкомпактность и вполне ограниченность. Теорема Хаусдорфа. Предкомпактность и конечномерность. Теорема Рисса. Предкомпактность в конкретных нормированных пространствах. ОПК-1, ПК-2

Раздел 7. Понятие евклидова пространства, основные определения. Свойства. Ортогонализация линейно независимой системы в евклидовом пространстве. Полиномы Лежандра. Ряды Фурье в евклидовом пространстве. Ортонормированный базис в сепарабельном евклидовом пространстве (существование, условия). Теорема Рисса-Фишера в гильбертовом пространстве. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств. Разложение гильбертова пространства в ортогональную сумму. ОПК-1, ПК-2

Раздел 8. Понятия линейного оператора и функционала. Основные определения, свойства, примеры. Пространство линейных ограниченных операторов. Сопряжённое пространство. Представление конкретных сопряжённых пространств. Компактные операторы. Теорема Рисса. Продолжение линейных ограниченных операторов. Продолжение по непрерывности. Теорема Хана-Банаха. Обратный оператор. Непрерывная обратимость. Обратимость оператора близкого к единичному (и близкого к обратимому). Теорема Банаха. Спектр и резольвента. Основные определения, понятия, свойства, примеры. Компактные операторы. Спектр компактного оператора. Альтернатива Фредгольма (формулировка). Примеры. Сопряжённый оператор. Сопряжённый оператор в гильбертовом пространстве. Основные свойства, примеры. Самосопряжённый оператор. Проекторы. Спектр самосопряжённого оператора. Примеры. Спектр компактного самосопряжённого оператора. Теорема Гильберта-Шмидта. Интегральный оператор и представление ядра. ОПК-1, ПК-2

Раздел 9. Интегральные уравнения Фредгольма. Основные определения и понятия. Уравнения 2-го рода. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения Вольтера. Методы решения уравнений 2-го рода: разложение в ряд, уравнения с симметричным ядром, уравнения с вырожденным ядром. Уравнения 1-го рода. Подход к методам регуляризации. ОПК-1, ПК-2

Раздел 10. Нелинейные операторы. Непрерывность. Условие Липшица. Сжимающие операторы. Основные определения и понятия. Неподвижные точки. Метод последовательных приближений. принцип неподвижной точки (принцип сжимающих операторов). Обобщения. Применение к интегральным уравнениям Фредгольма 2-го рода. Дифференцируемые операторы. Производные Фреше и Гато. Теорема о локальном обращении дифференциального оператора. ОПК-1, ПК-2

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1	Введение	Обобщение понятия интеграла. Интеграл Римана и интеграл Лебега. Пространства конечномерных векторов и функциональные пространства.	Вопросы для устного опроса
2	Интеграл Лебега	Мера Лебега. Описание построения. Основные примеры и свойства. Измеримые функции. Основные примеры и свойства. Теорема Лузина. Опр. интеграла Лебега. Сравнение с интегралом Римана. Основные примеры и свойства. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Интеграл Лебега с переменным верхним пределом.	Вопросы для устного опроса
3	Пространства $L_p [a, b]$	Основные определения и примеры, неравенства Гёльдера и Минковского, свойства. Сходимость в пространствах $L_p [a, b]$, их полнота, ряды и плотность множеств в этих пространствах.	Вопросы для устного опроса
4	Пространство $L_p[a,b]$ и тригонометрические ряды Фурье	Тригонометрическая система и тригонометрические ряды Фурье. Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Теорема Рисса-Фишера. Оценки коэффициентов Фурье дифференцируемых функций.	Вопросы для устного опроса
5	Линейная и метрическая структура	Линейная структура. Линейные пространства. Основные понятия. Метрическая (топологическая) структура. Метрические пространства. Основные понятия.	Вопросы для устного опроса
6	Нормированные пространства	Понятие нормированного пространства. Связь линейной и метрической структур. Основные примеры нормированных пространств. Полнота нормированных пространств. Пополнение (схема пополнения и пополнение неполного пространства, включённого в полное пространство). Ряды в нормированных пространствах. Признак Вейерштрасса. Плотность множеств в нормированных пространствах. Сепарабельные пространства. Полные линейно независимые	Вопросы для устного опроса

		системы в нормированных пространствах. Базисы. Компактность и предкомпактность. Основные свойства. Предкомпактность и вполне ограниченность. Теорема Хаусдорфа. Предкомпактность и конечномерность. Теорема Рисса. Предкомпактность в конкретных нормированных пространствах.	
7	Евклидовы пространства	Понятие евклидова пространства, основные определения. Свойства. Ортогонализация линейно независимой системы в евклидовом пространстве. Полиномы Лежандра. Ряды Фурье в евклидовом пространстве. Ортонормированный базис в сепарабельном евклидовом пространстве (существование, условия). Теорема Рисса-Фишера в гильбертовом пространстве. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств. Разложение гильбертова пространства в ортогональную сумму.	Вопросы для устного опроса
8	Линейные операторы и функционалы	Понятия линейного оператора и функционала. Основные определения, свойства, примеры. Пространство линейных ограниченных операторов. Сопряжённое пространство. Представление конкретных сопряжённых пространств. Компактные операторы. Теорема Рисса. Продолжение линейных ограниченных операторов. Продолжение по непрерывности. Теорема Хана-Банаха. Обратный оператор. Непрерывная обратимость. Обратимость оператора близкого к единичному (и близкого к обратимому). Теорема Банаха. Спектр и резольвента. Основные определения, понятия, свойства, примеры. Компактные операторы. Спектр компактного оператора. Альтернатива	Вопросы для устного опроса

		Фредгольма (формулировка). Примеры. Сопряжённый оператор. Сопряжённый оператор в гильбертовом пространстве. Основные свойства, примеры. Самосопряжённый оператор. Проекторы. Спектр самосопряжённого оператора. Примеры. Спектр компактного самосопряжённого оператора. Теорема Гильберта-Шмидта. Интегральный оператор и представление ядра.	
9	Интегральные уравнения	Интегральные уравнения Фредгольма. Основные определения и понятия. Уравнения 2-го рода. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения Вольтера. Методы решения уравнений 2-го рода: разложение в ряд, уравнения с симметричным ядром, уравнения с вырожденным ядром. Уравнения 1-го рода. Подход к методам регуляризации.	Вопросы для устного опроса
10	Нелинейные операторы.	Нелинейные операторы. Непрерывность. Условие Липшица. Сжимающие операторы. Основные определения и понятия. Неподвижные точки. Метод последовательных приближений. принцип неподвижной точки (принцип сжимающих операторов). Обобщения. Применение к интегральным уравнениям Фредгольма 2-го рода. Дифференцируемые операторы. Производные Фреше и Гато. Теорема о локальном обращении дифференциального оператора.	Вопросы для устного опроса

Вопросы для устного опроса

1. Определение метрического пространства.
2. Неравенства Гельдера и Минковского. Примеры метрических пространств.
3. Сходимость. Непрерывность метрики. Открытые замкнутые множества и их свойства.
4. Сепарабельные пространства. Примеры.
5. Полные метрические пространства. Принцип вложенных шаров.
6. Теорема Бэра.
7. Принцип сжимающих отображений.
8. Приложение принципа сжимающих отображений к интегральным уравнениям.

9. Приложение принципа сжимающих отображений к задаче Коши.
10. Компактность в метрических пространствах. Теоремы о непрерывных функциях на компактных множествах.
11. Критерий компактности Хаусдорфа.
12. Критерий Арцела относительной компактности множеств в пространстве непрерывных функций.
13. Теорема Пеано.
14. Линейные нормированные пространства. Непрерывность алгебраических операций и нормы. Примеры ЛНП. Ряды в банаховых пространствах.
15. Предгильбертовы пространства. Теорема о норме.
16. Свойства скалярного произведения. Ортогональность. Процесс ортогонализации.
17. Ортонормированный базис. Теорема о существовании.
18. Теорема Рисса – Фишера о разложении по ортонормированному базису.
19. Теорема об ортогональном разложении.
20. Примеры ортонормированных базисов.
21. Теорема об изоморфизме гильбертовых пространств.
22. Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Норма оператора. Теорема о ее вычислении.
23. Примеры операторов: интегральные операторы, оператор ортогонального проектирования, линейные функционалы.
24. Теорема о продолжении оператора по непрерывности.
25. Действия над линейными операторами. Теорема о полноте пространства операторов.
26. Равномерная и поточечная сходимости последовательностей операторов.
27. Принцип равномерной ограниченности.
28. Критерий поточечной сходимости.
29. Обратимые операторы. Общий критерий обратимости.
30. Теорема об обратимости оператора, близкого к единичному.
31. Теорема об обратимости оператора, близкого к обратимому.
32. Приложение теорем об обратимости к интегральным уравнениям.
33. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора. Теорема о резольvente и резольвентном множестве.
34. Примеры исследования спектров операторов.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия - не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Обобщение понятия интеграла. Интеграл Римана и интеграл Лебега. Пространства конечномерных векторов и функциональные пространства.	Решение задач
2	Интеграл Лебега	Мера Лебега. Описание построения. Основные примеры и свойства. Измеримые функции. Основные примеры и свойства. Теорема Лузина. Опр. интеграла Лебега. Сравнение с интегралом	Решение задач

		Римана. Основные примеры и свойства. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Интеграл Лебега с переменным верхним пределом.	
3	Пространства $L_p [a, b]$	Основные определения и примеры, неравенства Гёльдера и Минковского, свойства. Сходимость в пространствах $L_p [a, b]$, их полнота, ряды и плотность множеств в этих пространствах.	Решение задач
4	Пространство $L_p[a,b]$ и тригонометрические ряды Фурье	Тригонометрическая система и тригонометрические ряды Фурье. Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Теорема Рисса-Фишера. Оценки коэффициентов Фурье дифференцируемых функций.	Решение задач
5	Линейная и метрическая структура	Линейная структура. Линейные пространства. Основные понятия. Метрическая (топологическая) структура. Метрические пространства. Основные понятия.	Решение задач
6	Нормированные пространства	Понятие нормированного пространства. Связь линейной и метрической структур. Основные примеры нормированных пространств. Полнота нормированных пространств. Пополнение (схема пополнения и пополнение неполного пространства, включённого в полное пространство). Ряды в нормированных пространствах. Признак Вейерштрасса. Плотность множеств в нормированных пространствах. Сепарабельные пространства. Полные линейно независимые системы в нормированных пространствах. Базисы. Компактность и предкомпактность. Основные свойства. Предкомпактность и вполне ограниченность. Теорема Хаусдорфа. Предкомпактность и конечномерность. Теорема Рисса. Предкомпактность в конкретных нормированных пространствах.	Решение задач

7	Евклидовы пространства	Понятие евклидова пространства, основные определения. Свойства. Ортогонализация линейно независимой системы в евклидовом пространстве. Полиномы Лежандра. Ряды Фурье в евклидовом пространстве. Ортонормированный базис в сепарабельном евклидовом пространстве (существование, условия). Теорема Рисса-Фишера в гильбертовом пространстве. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств. Разложение гильбертова пространства в ортогональную сумму.	Решение задач
8	Линейные операторы и функционалы	Понятия линейного оператора и функционала. Основные определения, свойства, примеры. Пространство линейных ограниченных операторов. Сопряжённое пространство. Представление конкретных сопряжённых пространств. Компактные операторы. Теорема Рисса. Продолжение линейных ограниченных операторов. Продолжение по непрерывности. Теорема Хана-Банаха. Обратный оператор. Непрерывная обратимость. Обратимость оператора близкого к единичному (и близкого к обратимому). Теорема Банаха. Спектр и резольвента. Основные определения, понятия, свойства, примеры. Компактные операторы. Спектр компактного оператора. Альтернатива Фредгольма (формулировка). Примеры. Сопряжённый оператор. Сопряжённый оператор в гильбертовом пространстве. Основные свойства, примеры. Самосопряжённый оператор. Проекторы. Спектр самосопряжённого оператора. Примеры. Спектр компактного самосопряжённого оператора.	Решение задач

		Теорема Гильберта-Шмидта. Интегральный оператор и представление ядра.	
9	Интегральные уравнения	Интегральные уравнения Фредгольма. Основные определения и понятия. Уравнения 2-го рода. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения Вольтера. Методы решения уравнений 2-го рода: разложение в ряд, уравнения с симметричным ядром, уравнения с вырожденным ядром. Уравнения 1-го рода. Подход к методам регуляризации.	Решение задач
10	Нелинейные операторы.	Нелинейные операторы. Непрерывность. Условие Липшица. Сжимающие операторы. Основные определения и понятия. Неподвижные точки. Метод последовательных приближений. принцип неподвижной точки (принцип сжимающих операторов). Обобщения. Применение к интегральным уравнениям Фредгольма 2-го рода. Дифференцируемые операторы. Производные Фреше и Гато. Теорема о локальном обращении дифференциального оператора.	Решение задач

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

Таблица – Методическое обеспечение самостоятельной работы

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Баврин, И. И. Математический анализ : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. И. Баврин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 327 с. — (Серия : Бакалавр.

		Академический курс). — ISBN 978-5-534-04617-5. [Электронный ресурс] - https://www.biblio-online.ru/viewer/E01E61C4-6105-4D87-839D-A0C9044A552F, 05.05.2017 Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 1 : учебник для бакалавров / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — М] ,. : Издательство Юрайт, 2017.[Электронный ресурс] - https://www.biblio-online.ru/viewer/7C2C72EF-CCB8-46A9-8933-E57E32874DC0#/. 05.05.2017
2	Выполнение индивидуальных заданий	Филимоненкова, Надежда Викторовна. Конспект лекций по функциональному анализу [Текст] : учебное пособие для студентов технических направлений бакалавриата и направлений "Прикладная математика", "Прикладная математика и информатика технических вузов / Н. В. Филимоненкова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 168 с. Филимоненкова, Надежда Викторовна. Сборник задач по функциональному анализу [Текст] : учебное пособие для студентов технических направлений бакалавриата и направлений "Прикладная математика", "Прикладная математика и информатика технических вузов / Н. В. Филимоненкова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 229 с.

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья.

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,
- в форме аудиофайла,

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,
- в форме аудиофайла.

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. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают

возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры основных аспектов дисциплины.

Лабораторные занятия позволяют научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Таблица - Сочетание видов ОД с различными методами ее активизации для очной формы

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5, 6	ЛК	Использование средств мультимедиа (компьютерные классы).	4
	ЛР	Обучение на основе опыта.	2
Итого			6

В процессе проведения занятий применяются интерактивные методы обучения.

Использование метода «кейс-стади» особенно ценно при изучении тех разделов учебных дисциплин, где необходимо осуществить сравнительный анализ, и где нет однозначного ответа на поставленный вопрос, а имеется несколько научных подходов, взглядов, точек зрения. Результатом использования «кейс-стадии» являются не только полученные знания, но и сформированные навыки профессиональной деятельности, профессионально-значимых качества личности.

Проблемная лекция - на этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения.

Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Проблемные вопросы отличаются от не проблемных тем, что скрытая в них проблема требует не однотипного решения, то есть, готовой схемы решения в прошлом опыте нет. Лекция строится таким образом, чтобы обусловить появление вопроса в сознании студента. Учебный материал представляется в форме учебной проблемы. Она имеет логическую форму познавательной задачи, отмечающей некоторые противоречия в ее условиях и завершающейся вопросами, которые это противоречие объективирует. Проблемная ситуация возникает после обнаружения противоречий в исходных данных учебной проблемы. Для проблемного изложения отбираются важнейшие разделы курса, которые составляют основное концептуальное содержание учебной дисциплины, являются наиболее важными для профессиональной деятельности и наиболее сложными для усвоения слушателей. Учебные проблемы должны быть доступными по своей трудности для слушателей.

Лекция – визуализация. Данный вид лекции является результатом нового использования принципа наглядности. Подготовка данной лекции преподавателем

состоит в том, чтобы изменить, переконструировать учебную информацию по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения или вручную (схемы, рисунки, чертежи и т.п.). Чтение лекции сводится к связному, развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов, полностью раскрывающему тему данной лекции. Лучше всего использовать разные виды визуализации - натуральные, изобразительные, символические, - каждый из которых или их сочетание выбирается в зависимости от содержания учебного материала. Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения слушателей в новый раздел, тему, дисциплину.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

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 решения индивидуальных задач повышенной сложности.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. примерные варианты контрольных работ, индивидуальных заданий, задач и вопросов) и итоговой аттестации (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.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий, ответов на экзамене.

Аттестация по учебной дисциплине проводится в виде экзамена. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Студент готовит ответы на билет в письменной форме в течение установленного времени. Далее экзамен протекает в форме собеседования.

Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Определение метрического пространства.
2. Неравенства Гельдера и Минковского. Примеры метрических пространств.
3. Сходимость. Непрерывность метрики. Открытые замкнутые множества и их свойства.
4. Сепарабельные пространства. Примеры.
5. Полные метрические пространства. Принцип вложенных шаров.
6. Теорема Бэра.
7. Принцип сжимающих отображений.
8. Приложение принципа сжимающих отображений к интегральным уравнениям.
9. Приложение принципа сжимающих отображений к задаче Коши.
10. Компактность в метрических пространствах. Теоремы о непрерывных функциях на компактных множествах.
11. Критерий компактности Хаусдорфа.
12. Критерий Арцела относительной компактности множеств в пространстве непрерывных функций.
13. Теорема Пеано.
14. Линейные нормированные пространства. Непрерывность алгебраических операций и нормы. Примеры ЛНП. Ряды в банаховых пространствах.
15. Предгильбертовы пространства. Теорема о норме.
16. Свойства скалярного произведения. Ортогональность. Процесс ортогонализации.
17. Ортонормированный базис. Теорема о существовании.
18. Теорема Рисса – Фишера о разложении по ортонормированному базису.
19. Теорема об ортогональном разложении.
20. Примеры ортонормированных базисов.
21. Теорема об изоморфизме гильбертовых пространств.
22. Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Норма оператора. Теорема о ее вычислении.

23. Примеры операторов: интегральные операторы, оператор ортогонального проектирования, линейные функционалы.
24. Теорема о продолжении оператора по непрерывности.
25. Действия над линейными операторами. Теорема о полноте пространства операторов.
26. Равномерная и поточечная сходимости последовательностей операторов.
27. Принцип равномерной ограниченности.
28. Критерий поточечной сходимости.
29. Обратимые операторы. Общий критерий обратимости.
30. Теорема об обратимости оператора, близкого к единичному.
31. Теорема об обратимости оператора, близкого к обратимому.
32. Приложение теорем об обратимости к интегральным уравнениям.
33. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора. Теорема о резольvente и резольвентном множестве.
34. Примеры исследования спектров операторов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ВАРИАНТ 1

1. Равномерная и поточечная сходимости последовательностей операторов.
Критерий поточечной сходимости.
2. Пусть A - ограниченный оператор и x^n - последовательность элементов, для которых $\|x^n\|=1$ и $\|(A-aI)x^n\| \rightarrow 0$. Доказать, что a - точка спектра.
3. Доказать, что оператор $(Ax)(t) = \int_0^t x(s)ds + x(t)$ обратим в пространстве $C[0,1]$ и найти его обратный оператор.

ВАРИАНТ 2

1. Теорема об обратимости оператора, близкого к единичному оператору.
2. Пусть $C(I)$ -пространство непрерывных функций на множестве $I=[1,2] \cup [3,4]$ и $(Af)(x)=xf(x)$. Найти спектр оператора A .
Определить характер спектра.
3. Является ли пространство $C[0,1]$ полным?

ВАРИАНТ 3

1. Критерий относительной компактности Хаусдорфа.
2. Привести пример оператора, не имеющего точечного спектра.
3. Пусть $A(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots) = (a_1x_1, \dots, a_nx_n, \dots)$. Найти необходимые и достаточные условия ограниченности оператора A в пространстве l_2 .

ВАРИАНТ 4

1. Теорема о существовании ортонормированного базиса
2. Пусть $A: X \rightarrow Y$ - ограниченный оператор и $\text{Im } A$ - конечномерное подпространство в Y . Показать, что из любой последовательности Ax^n , $\|x^n\|=1$ можно извлечь сходящуюся подпоследовательность.
3. Доказать, что уравнение $2x(t) - \sin(x(t)) = 1$ имеет единственное решение в пространстве $C[0,1]$.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Вопросы к экзамену в 5 семестре

1. Общая конструкция построения меры.
2. Мера Лебега на прямой.
3. Мера Лебега и мера Жордана.
4. Примеры множеств измеримых по Лебегу.
5. Свойства меры Лебега и множеств измеримых по Лебегу.
6. Измеримость по Лебегу неограниченных множеств.
7. Понятие почти всюду (п.в.). Эквивалентные функции. Существенно ограниченные функции.
8. Понятие измеримой функции. Примеры.
9. Свойства измеримых функций.
10. Измеримость непрерывных функций.
11. Теорема Лузина. Пример.
12. Интегральные суммы Лебега и Римана.
13. Интеграл Лебега для ограниченных функций. Нижняя и верхняя суммы Лебега.
14. Критерий существования интеграла Лебега.
15. Интеграл Лебега и интеграл Римана. Степенные функции.
16. Интеграл Лебега для неотрицательных функций. Вертикальные срезы.
17. Интеграл Лебега для произвольных функций. Абсолютная интегрируемость.
18. Свойства интеграла Лебега и суммируемых функций (линейность по функции, аддитивность по множеству интегрирования).
19. Свойства интеграла Лебега и суммируемых функций (равенство нулю и положительность).
20. Свойства интеграла Лебега и суммируемых функций (неравенства).
21. Свойства интеграла Лебега и суммируемых функций (абсолютная суммируемость).
22. Свойства интеграла Лебега и суммируемых функций (достаточный признак суммируемости).
23. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Теорема Лебега. Примеры.
24. Интеграл Лебега с переменным верхним пределом. Свойства.
25. Интеграл Лебега с переменным верхним пределом. Восстановление функции по производной, канторовы функции.
26. Пространства конечномерных векторов и пространства функций L_p .
27. Пространства L_p . Тожественность эквивалентных функций. Примеры.
28. Линейная структура и бесконечномерность пространства L_p . Степенная система.

Тригонометрическая система.

29. Норма и метрическая структура в пространствах L_p .
30. Неравенства Гёльдера и Минковского.
31. Соотношения между пространствами L_p .
32. Сходимость в пространствах L_p . Примеры.
33. Свойства пределов и сходящихся последовательностей в L_p : единственность предела.
34. Свойства пределов и последовательностей, сходящихся в L_p : непрерывность линейных операций, нормы и расстояния.
35. Свойства пределов и последовательностей, сходящихся в L_p : ограниченность и сходимость.
36. Свойства пределов и последовательностей, сходящихся в L_p : поточечная сходимость и сходимость в L_p .
37. Свойства пределов и последовательностей, сходящихся в L_p , сходимость при разных p .
38. Полнота пространств L_p . Фундаментальные последовательности. Свойства (линейные операции, ограниченность).
39. Полнота пространств L_p . Фундаментальные последовательности. Свойства (сходимость).
40. Полнота пространств L_p . Теорема Фишера.
41. Полнота пространств L_p . Сжимающиеся последовательности.
42. Ряды в пространствах L_p (сходимость, свойства, необходимый признак, признак Вейерштрасса).
43. Тригонометрические ряды в пространстве L ($-p$, p). Применение признака Вейерштрасса, теорема Рисса.
44. Плотность множеств в пространствах L_p . Основные понятия. Множество непрерывных функций в пространствах L_p . Полные системы функций и базисы.
45. Плотность множеств в пространствах L_p . Множество алгебраических многочленов и множество тригонометрических многочленов. Система многочленов Лежандра. Тригонометрическая система.
46. Пространство L_2 ($-p$, p). Скалярное произведение и норма. Неравенство Коши.
47. Пространство L_2 ($-p$, p). Ортогональность. Примеры. Проекция на конечную систему функций. Свойства. Тригонометрическая система. Ортогональность. Проекция на тригонометрическую систему.
48. Тригонометрический ряд Фурье для функции из L_2 ($-p$, p). Коэффициенты Фурье. Экстремальность частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Сходимость тригонометрического ряда Фурье.
49. Тригонометрический базис в L_2 ($-p$, p) и L_2 (a , b). Разложение только по синусам или только по косинусам. Теорема Рисса-Фишера.

Вопросы к экзамену в 6 семестре

1. Линейные пространства. Основные понятия: линейная независимость, размерность, изоморфизм.
2. Метрические пространства. Основные понятия: геометрия, топология, сходимость, изоморфизм.
3. Согласованность линейной и метрической структур в произвольном пространстве.
4. Нормированные пространства. Метрика. Согласованность линейной и метрической структур в нормированном пространстве.
5. Сходимость в нормированных пространствах. Свойства.

6. Основные примеры нормированных пространств.
7. Полные нормированные пространства. Основные понятия. Конечномерные пространства. Примеры.
8. Итерационные последовательности в полных нормированных пространствах.
9. Теоремы о пополнении и полном нормированном пространстве.
10. Ряды в нормированных пространствах. Признак Вейерштрасса.
11. Плотность множеств в нормированных пространствах. Сепарабельные пространства.
12. Полные линейные независимые системы. Базисы. Степенная система. Тригонометрическая система.
13. Компактность и предкомпактность в нормированных и банаховых пространствах. Примеры.
14. Непрерывные отображения. Теорема Вейерштрасса. Существование наилучшего приближения.
15. Полная ограниченность. Теорема Хаусдорфа. Теорема Риса.
16. Предкомпактность в конкретных бесконечномерных пространствах.
17. Евклидовы пространства. Нормируемость. Неравенства Коши. Свойства скалярного произведения.
18. Ортогональность в евклидовых пространствах. Ортогонализация линейно независимой системы в евклидовом пространстве. Полиномы Лежандра.
19. Ряды Фурье в евклидовом пространстве. Коэффициенты Фурье. Сходимость ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.
20. Коэффициенты Фурье. Сходимость ряда Фурье к данному элементу.
21. Существование ортонормированного базиса в сепарабельном евклидовом пространстве.
22. Теорема Рисса-Фишера в гильбертовом пространстве.
23. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств.
24. Разложение гильбертова пространства в ортогональную сумму подпространств. Следствия.
25. Наилучшие приближения в гильбертовых пространствах.
26. Линейные операторы и функционалы. Непрерывность и ограниченность. Норма.
27. Линейные операторы в конечномерных пространствах.
28. Интегральный оператор
29. Пространство линейных ограниченных операторов. Ряды операторов.
30. Сопряжённое пространство. Его представление. Примеры.
31. Теорема Рисса об общем виде линейного ограниченного функционала в гильбертовом пространстве.
32. Продолжение линейных ограниченных операторов. Продолжение по непрерывности. Теорема Хана-Банаха. Следствия.
33. Обратный оператор. Непрерывная обратимость. Её условия. Теорема Банаха об обратном операторе.
34. Обратный оператор. Обратимость оператора близкого к единичному. Обратимость оператора близкого к обратимому.
35. Спектр и резольвента, их свойства. Примеры.
36. Компактные операторы. Конечномерные операторы. Единичный оператор в

бесконечномерном пространстве. Обратимость компактного оператора.

37. Замкнутость множества компактных операторов в множестве ограниченных операторов.

38. Интегральный оператор.

39. Спектр компактного оператора. Нулевая точка. Собственные числа и собственные вектора.

40. Теорема Фредгольма. Пример оператора. Заданного диагональной матрицей.

41. Сопряжённые операторы. Сопряжённые операторы в гильбертовом пространстве. Самосопряжённые операторы. Проекторы. Свойства. Примеры.

42. Спектр самосопряжённого оператора. Примеры.

43. Спектр компактного самосопряжённого оператора. Теорема Гильберта-Шмидта.

44. Интегральные уравнения Фредгольма. Уравнения 2-го рода. Теоремы Фредгольма.

45. Альтернатива Фредгольма. Интегральные уравнения Вольтера.

46. Методы решения интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода. Разложение в ряд. Уравнения с симметричным ядром. Уравнения с вырожденным ядром.

47. Интегральные уравнения Фредгольма 1-го рода.

48. Нелинейные операторы. Примеры. Непрерывность и условия Липшица.

49. Сжимающие операторы. Неподвижные точки. Метод последовательных приближений. Принцип сжимающих операторов.

50. Сжимающие операторы. Следствия и применения принципа сжимающих операторов (интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода).

51. Неподвижные точки произвольных операторов. Теорема Брауэра. Теорема Шаудера.

52. Дифференцируемые операторы. Производная Фреше. Примеры, свойства (формула конечных приращений, условия сжатия).

53. Дифференцируемые операторы. Теорема о локальном обращении дифференцируемого оператора (приближённый обратный оператор). Итерационный метод Ньютона.

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

5.1 Основная литература:

1. Баврин, И. И. Математический анализ : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. И. Баврин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 327 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04617-5. [Электронный ресурс] - <https://www.biblio-online.ru/viewer/E01E61C4-6105-4D87-839D-A0C9044A552F>, 05.05.2017

2. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 1 : учебник для бакалавров / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — М] ., : Издательство Юрайт, 2017. [Электронный ресурс] - https://www.biblio-online.ru/viewer/7C2C72EF-CCB8-46A9-8933-E57E32874DC0#/. 05.05.2017

3. Филимоненкова, Надежда Викторовна. Конспект лекций по функциональному анализу [Текст] : учебное пособие для студентов технических направлений бакалавриата и направлений "Прикладная математика", "Прикладная математика и информатика технических вузов / Н. В. Филимоненкова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 168 с.

4. Филимоненкова, Надежда Викторовна. Сборник задач по функциональному анализу [Текст] : учебное пособие для студентов технических направлений бакалавриата и направлений "Прикладная математика", "Прикладная математика и информатика технических вузов / Н. В. Филимоненкова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 229 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Треногин, Владилен Александрович. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] : Учебное пособие для студентов вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2002. - 239 с.
2. Треногин, Владилен Александрович. Функциональный анализ [Текст] : учебник / В. А. Треногин. - Изд. 3-е, испр. - М. : Физматлит, 2002. - 488 с.
3. Дерр, Василий Яковлевич. Функциональный анализ. Лекции и упражнения [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО "Математика" и направлениям подготовки ВПО "Математика", "Математика. Прикладная математика" / В. Я. Дерр. - Москва : КНОРУС, 2013. - 462 с.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник МГУ сер.1 Математика. Механика.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование электронного ресурса	Ссылка на электронный адрес
1.	Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ	https://www.kubsu.ru/
2.	Электронная библиотечная система «BOOK.ru» ООО «КноРус медиа»	https://www.book.ru
3.	Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE"	www.biblioclub.ru
4.	Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ООО «ЗНАНИУМ»	www.znanium.com
5.	Электронная библиотечная система издательства "Лань"	http://e.lanbook.com/
6.	Электронная библиотечная система "Юрайт"	http://www.biblio-online.ru

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. URL: <http://school-collection.edu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>
3. Российское образование. Федеральный портал. URL: <http://www.edu.ru/>
Сайт Министерства образования и науки Российской Федерации <http://минобрнауки.рф/>
4. Университетская библиотека ONLINE URL: <http://www.biblioclub.ru/>
5. Федеральный портал «Российское образование» URL: <http://www.edu.ru/>
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>
7. Электронная библиотека «Социология, психология, управление» URL: <http://soc.lib.ru>
8. Электронная библиотечная система издательства "Лань". URL: <http://e.lanbook.com/>
9. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ. URL: <http://www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2012.php>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья.

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.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических (лабораторных) занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

Подготовка к лекциям.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим (лабораторным) занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Подготовка к лабораторным занятиям и практикумам носит различный характер, как по содержанию, так и по сложности исполнения. Проведение прямых и косвенных измерений предполагает детальное знание измерительных приборов, их возможностей, умение вносить своевременные поправки для получения более точных результатов. Многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной научной литературы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Защита лабораторных работ должна происходить, как правило, в часы, отведенные на лабораторные занятия. Студент может быть допущен к следующей лабораторной работе только в том случае, если у него не защищено не более двух предыдущих работ.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы..

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;

- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .

8.1 Перечень информационных технологий.

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- WinRAR, Государственный контракт №13-ОК/2008-3
- MicrosoftWindows XP, Государственный контракт №13-ОК/2008-3
- MicrosoftWindowsOffice 2003 Pro, Государственный контракт №13-ОК/2008-3 (Номер лицензии - 43725353)

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Банк России (ЦБ): www.cbr.ru.
2. Московская Межбанковская валютная биржа: www.micex.ru.
3. Федеральная служба государственной статистики: www.gks.ru
4. Информационный портал Всемирного банка: <http://data.worldbank.org>.
5. Эконометрический пакет Eviews <http://www.eviews.com/home.html>
6. Eviews <http://statmethods.ru/trainings/eviews.html>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номера аудиторий / кабинетов
1.	учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514
2.	учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514

3.	Компьютерные классы с выходом в Интернет	503,509,510
4.	учебные аудитории для выполнения научно – исследовательской работы (курсового проектирования)	Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ) - № 503 Оборудование: мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), принтер, презентации на электронном носителе, сплит-система
5.	учебные аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в электронную информационно-образовательную среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин	Кабинет для самостоятельной работы - № 504 Оборудование: персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет
6.	Исследовательские лаборатории (центров), оснащенные лабораторным оборудованием	Компьютерный класс № 510 : мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, наглядные пособия. Сетевое оборудование CISCO (маршрутизаторы, коммутаторы, 19-ти дюймовый сетевой шкаф) сплит-система, стенд «Архитектура ПЭВМ»
7.	Кабинет групповых и индивидуальных консультаций	№508 Оборудование: персональный компьютер, учебная мебель, доска учебная, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), сканер, доска магнитно-маркерная, стеллажи с учебной и периодической литературой
8.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Помещение № 511, Помещение № 516, Помещение № 517, Помещение № 518
9.	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов обучение проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

При проведении обучения инвалидов обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение обучения для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей;

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях;

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении занятий:

а) для слепых:

- задания и иные материалы оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы оформляются увеличенным шрифтом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

Обучающийся инвалид при поступлении подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении обучения с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности). К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).