ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 13.02.2022

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.07 Дополнительные главы высшей математики
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания математики

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дильман В. Л.
Пользователь: dilmanvl
Дата подписания: 13.02.2022

В. Л. Дильман

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Мартюшев Е. В.
Пользователь: martiushevev
Дата подписания: 12.02.2022

Е. В. Мартюшев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы
д.физ.-мат.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Кундикова Н. Д.
Пользователь: kundikovand
Дата подписания: 13.02.2022

Н. Д. Кундикова

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - ознакомить студентов с дополнительными разделами линейной алгебры и функционального анализа, имеющими большое значение для профессиональной подготовки студентов-физиков. Задача дисциплины - выработать у студентов навыки использования основных понятий и результатов спектральной теории операторов для дальнейшего применения в учебной работе и профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Алгебра линейных операторов в конечномерных пространствах. Спектральная теория диагонализуемых операторов. Резольвента и функциональное исчисление. Элементы спектральной теории конечномерных операторов в банаховом пространстве.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: функцию от матрицы и способых её вычисления; применение функций от матриц в теории дифференциальных уравнений; примеры компактных и некомпактных операторов; элементы теории Рисса-Шаудера и ее применение в теории интегральных уравнений. Умеет: находить функции от матриц и применять их при решении систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; решать спектральные задачи для интегрального оператора с вырожденным ядром. Имеет практический опыт: нахождения собственных значений и собственных функций для некоторых компактных интегральных операторов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория групп, Введение в специальность	Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике, Безопасность жизнедеятельности, Функциональный анализ, Теория волн, Физика сплошных сред

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Введение в специальность	Знает: дифракционную теорию оптических инструментов; теорию люминесценции; устройство лазеров на красителях; принципы работы оптических приборов; области и границы применения различных методов исследования и их возможные погрешности. Умеет: критически оценивать применимость различных методик и методов при проведении исследований, используя для этого теоретические знания. Имеет практический опыт:
Теория групп	Знает: определение линейного представления группы, эквивалентных представлений; определение унитарных представлений; теорему об эквивалентности линейного представления конечной группы унитарному представлению; определение инвариантного подпространства представления, приводимого и неприводимого представления. Умеет: находить стандартное представление группы S_n и ее подгрупп; находить регулярное представление групп малых порядков; находить группу характеров циклических групп; находить группу характеров конечных абелевых групп; находить число неприводимых представлений конечных групп малых порядков и степени этих представлений. Имеет практический опыт: нахождения неприводимых представлений и характеров для групп малых порядков.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	69,5	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к экзамену	28	28
Выполнение РГР	14	14
Выполнение теоретических тестов	4	4

Выполнение домашних заданий	9,5	9.5
Подготовка к контрольным работам	14	14
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Алгебра линейных операторов в конечномерном пространстве	24	12	12	0
2	Спектральная теория диагонализуемых операторов в конечномерном пространстве	16	8	8	0
3	Резольвента и функциональное исчисление	24	12	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Линейные пространства. Подпространства. Пересечение и сумма подпространств. Прямая сумма подпространств	2
2	1	Линейные операторы в конечномерном пространстве. Ядро и образ оператора. Связь между размерностями ядра и образа	2
3	1	Обратимые операторы. Матрицы линейных операторов. Связь между матрицами в разных базисах. Определитель, ранг и дефект оператора	2
4	1	Проекторы и разложение единицы. Инвариантные подпространства. Приводимые операторы. Прямая сумма операторов	2
5	1	Некоторые сведения их теории пространств со скалярным произведением. Неравенство Коши – Буняковского – Шварца и его следствия. Ортогональные системы векторов. Процесс Грама – Шмидта	2
6	1	Сопряженный оператор. Самосопряженный, положительно определенный, унитарный, нормальный операторы. Ортогональные суммы подпространств и ортогональное разложение единицы	2
7	2	Спектр оператора в конечномерном пространстве. Алгебраическая и геометрическая кратности собственных значений	2
8	2	Диагонализуемые операторы. Первый критерий диагонализуемости. Приведение матрицы к диагональному виду. Спектральное разложение. Второй критерий диагонализуемости	2
9	2	Спектральная теория самосопряженных и положительно определенных операторов	2
10	2	Спектральная теория унитарных и нормальных операторов	2
11	3	Рациональные операторные функции. Резольвента оператора и ее свойства. Разложение резольвенты на элементарные дроби	2
12	3	Интеграл от резольвенты. Проекторы Рисса. Критерий диагонализуемости оператора в терминах его резольвенты	2
13	3	Корневые и спектральные подпространства. Структура корневых подпространств. Жорданова нормальная форма матрицы	2
14	3	Функции от операторов. Определения функции от оператора с помощью операторных рядов и с помощью резольвенты. Функции от диагонализуемых операторов. нахождение функции от оператора с помощью	2

		интерполяционных многочленов	
15	3	Конечномерные операторы. Общий вид конечномерного оператора в банаховом пространстве	2
16	3	Спектр и резольвента конечномерного оператора. Решение интегральных уравнений Фредгольма II рода с вырожденными ядрами	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Линейные пространства. Подпространства линейных пространств. Пересечение, сумма и прямая сумма подпространств	2
2	1	Примеры линейных операторов. Матрицы линейных операторов. Нахождение базиса ядра и базиса образа линейного оператора	2
3	1	Связь между матрицами в разных базисах. Определитель, ранг и дефект оператора. Обратимые операторы. Проекторы и разложение единицы. Инвариантные подпространства	2
4	1	Скалярное произведение. Ортогональные системы векторов. Процесс Грама – Шмидта. Ортогональные суммы подпространств и ортогональные разложения единицы	2
5	1	Сопряженный оператор в пространстве со скалярным произведением. Примеры самосопряженных, положительно определенных, унитарных и нормальных операторов	2
6	1	Контрольная работа ПК-1 "Алгебра линейных операторов"	2
7	2	Собственные числа и собственные векторы. Алгебраическая и геометрическая кратности	2
8	2	Диагонализуемые операторы. Приведение матрицы оператора к диагональному виду. Проекторы на собственные подпространства. Спектральное разложение диагонализуемого оператора.	2
9	2	Спектральная теория самосопряженных и положительно определенных операторов в унитарных пространствах	2
10	2	Спектральная теория унитарных и нормальных операторов в унитарных пространствах	2
11	3	Нахождение резольвенты оператора в конечномерном пространстве. Разложение резольвенты на элементарные дроби. Нахождение проекторов Рисса	2
12	3	Проверка диагонализуемости оператора с помощью разложения резольвенты. Спектральное разложение диагонализуемого оператора. Построение базиса из собственных векторов с помощью проекторов Рисса	2
13	3	Корневые и спектральные подпространства. Нахождение жордановой нормальной формы матрицы оператора	2
14	3	Нахождение функций от операторов. Применение функций от операторов к решению систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	2
15	3	Контрольная работа ПК-2 "Резольвента и функциональное исчисление"	2
16	3	Решение интегральных уравнений Фредгольма II рода с вырожденными ядрами	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Осн. печ. лит. 1, главы 1,2,5-8; осн. печ. лит. 2, главы 1-3, осн. печ. лит. 3, главы 1-3,5,6; осн. печ. лит. 4, главы 3,4,9.	5	28
Выполнение РГР	Осн. печ. лит. 1, главы 1,2,5-8; осн. печ. лит. 2, главы 1-3, осн. печ. лит. 3, главы 1-3,5,6; осн. печ. лит. 4, главы 3,4,9.	5	14
Выполнение теоретических тестов	Осн. печ. лит. 1, главы 1,2,5-8; осн. печ. лит. 2, главы 1-3, осн. печ. лит. 3, главы 1-3,5,6; осн. печ. лит. 4, главы 3,4,9.	5	4
Выполнение домашних заданий	Осн. печ. лит. 1, главы 1,2,5-8; осн. печ. лит. 2, главы 1-3, осн. печ. лит. 3, главы 1-3,5,6; осн. печ. лит. 4, главы 3,4,9.	5	9,5
Подготовка к контрольным работам	Осн. печ. лит. 1, главы 1,2,5-8; осн. печ. лит. 2, главы 1-3, осн. печ. лит. 3, главы 1-3,5,6; осн. печ. лит. 4, главы 3,4,9.	5	14

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Контрольная работа ПК-1	0,2	12	Контрольная работа проводится на последнем практическом занятии по изучаемой теме раздела и рассчитана на 90 минут. Контрольная работа состоит из 3 задач по изученным в данном разделе темам. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их на отдельном листе и сдать для проверки преподавателю. Максимальная оценка за одну задачу составляет 4 балла: 4 балла – задача решена правильно и полностью, ошибок нет; 3 балла – выбран правильный метод решения, допущена одна арифметическая ошибка, получен ответ; 2 балла – выбран правильный метод решения, допущены 1–2 негрубые ошибки, получен ответ; 1 балл – выбран правильный метод решения задачи, в ходе решения сделано более 2 негрубых ошибок или решение не доведено до	экзамен

						конца, но решено не менее 50% задачи; 0 баллов – отсутствует решение, приведено менее 50% решения или сделано более 2 грубых ошибок. Однократное переписывание работы с целью повышения оценки возможно на консультациях, назначенных преподавателем в течение семестра.	
2	5	Текущий контроль	Контрольная работа ПК-2	0,2	12	Контрольная работа проводится на последнем практическом занятии по изучаемой теме раздела и рассчитана на 90 минут. Контрольная работа состоит из 3 задач по изученным в данном разделе темам. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их на отдельном листе и сдать для проверки преподавателю. Максимальная оценка за одну задачу составляет 4 балла: 4 балла – задача решена правильно и полностью, ошибок нет; 3 балла – выбран правильный метод решения, допущена одна арифметическая ошибка, получен ответ; 2 балла – выбран правильный метод решения, допущены 1–2 негрубые ошибки, получен ответ; 1 балл – выбран правильный метод решения задачи, в ходе решения сделано более 2 негрубых ошибок или решение не доведено до конца, но решено не менее 50% задачи; 0 баллов – отсутствует решение, приведено менее 50% решения или сделано более 2 грубых ошибок. Однократное переписывание работы с целью повышения оценки возможно на консультациях, назначенных преподавателем в течение семестра.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа С-1	0,1	8	Задание РГР выдается студенту в начале изучения соответствующего раздела. Вариант определяется порядковым номером студента в журнале группы. Работа выполняется студентом самостоятельно вне аудитории и сдается студентом в конце изучения соответствующего раздела. РГР С-1 содержит 4 задачи по изученным темам. Студент должен самостоятельно решить задачи, аккуратно оформить подробное решение задачи с указанием использованных свойств, теорем и формул. Максимальная оценка за одну задачу составляет 2 балла: 2 балла – верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа, сделано не более одной арифметической ошибки, не	экзамен

						повлиявшей на общий ход решения задачи; 1 балл – выбран правильный метод решения, допущено не более двух арифметических ошибок, получен ответ; 0 баллов – в остальных случаях. При необходимости, добор баллов по РГР проводится на аудиторной защите способами, определенными преподавателем. График устанавливается преподавателем.	
4	5	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа С-2	0,14	12	Задание РГР выдается студенту в начале изучения соответствующего раздела. Вариант определяется порядковым номером студента в журнале группы. Работа выполняется студентом самостоятельно вне аудитории и сдается студентом в конце изучения соответствующего раздела. РГР С-2 содержит 6 задач по изученным темам. Студент должен самостоятельно решить задачи, аккуратно оформить подробное решение задачи с указанием использованных свойств, теорем и формул. Максимальная оценка за одну задачу составляет 2 балла: 2 балла – верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа, сделано не более одной арифметической ошибки, не повлиявшей на общий ход решения задачи; 1 балл – выбран правильный метод решения, допущено не более двух арифметических ошибок, получен ответ; 0 баллов – в остальных случаях. При необходимости, добор баллов по РГР проводится на аудиторной защите способами, определенными преподавателем. График устанавливается преподавателем.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Теоретический тест Т-1	0,1	10	Теоретический тест размещается в электронном курсе дисциплины и выполняется студентом самостоятельно вне аудитории. Продолжительность – 20 минут. Тест содержит 10 теоретических вопросов с возможностью выбора правильного ответа. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 1 балл. При оценке используется следующая шкала: 1 балл – выбран верный ответ; 0 баллов – выбран неверный ответ.	экзамен
6	5	Текущий контроль	Теоретический тест Т-2	0,1	10	Теоретический тест размещается в электронном курсе дисциплины и выполняется студентом самостоятельно вне аудитории. Продолжительность – 20	экзамен

						минут. Тест содержит 10 теоретических вопросов с возможностью выбора правильного ответа. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 1 балл. При оценке используется следующая шкала: 1 балл – выбран верный ответ; 0 баллов – выбран неверный ответ.	
7	5	Текущий контроль	Работа студента в семестре П-1	0,08	5	Учет выполнения студентами домашних заданий и активности на практических занятиях. П-1 – работа студента в первой половине семестра (1–8 недели). Выполнение домашних заданий оценивается от 0 до 2 баллов: 2 балла – выполнено более 75% заданий; 1 балл – выполнено от 50% до 75% заданий; 0 баллов – выполнено менее 50% заданий. 2) Активность на занятиях оценивается от 0 до 3 баллов: 3 балла – студент успешно решает более 80% задач у доски; 2 балла – студент успешно решает от 60% до 80% задач у доски; 1 балл – студент успешно решает от 40% до 60% задач у доски; 0 баллов – в остальных случаях.	экзамен
8	5	Текущий контроль	Работа студента в семестре П-2	0,08	5	Учет выполнения студентами домашних заданий и активности на практических занятиях. П-2 работа студента во второй половине семестра (9–16 недели). 1) Выполнение домашних заданий оценивается от 0 до 2 баллов: 2 балла – выполнено более 75% заданий; 1 балл – выполнено от 50% до 75% заданий; 0 баллов – выполнено менее 50% заданий. 2) Активность на занятиях оценивается от 0 до 3 баллов: 3 балла – студент успешно решает более 80% задач у доски; 2 балла – студент успешно решает от 60% до 80% задач у доски; 1 балл – студент успешно решает от 40% до 60% задач у доски; 0 баллов – в остальных случаях.	экзамен
9	5	Бонус	Бонусные баллы	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие личную победу или участие в предметных олимпиадах по математическим дисциплинам. Максимально возможная величина бонус-рейтинга равна +15% к баллам за семестр.	экзамен
10	5	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	25	Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса из списка вопросов и 3 задачи. Каждый вопрос оценивается максимально в 5 баллов. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 5 баллов – вопрос	экзамен

						раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 4 балла – неполный ответ, вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 2 балла – неполный ответ, вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, допущены 1–2 грубые ошибки; 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений. Шкала оценивания задач: 5 баллов – задача решена правильно и полностью, ошибок нет; 4 балла – выбран правильный метод решения, допущена одна арифметическая ошибка, получен ответ; 3 балла – выбран правильный метод решения, допущены 1–2 негрубые ошибки, получен ответ; 2 балла – выбран верный метод решения задачи, в ходе решения сделано более 2 негрубых ошибок или решение не доведено до конца, но решено не менее 60% задачи; 1 балл – задание решено не полностью (не менее 40% решения) или в решении есть 1-2 грубые ошибки; 0 баллов – отсутствует решение, приведено менее 40% решения или сделано более 2 грубых ошибок. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. По результатам проверки экзаменационной работы и собеседования рассчитывается рейтинг Ra обучающегося по промежуточной аттестации как процент набранных на экзамене баллов данным студентом от максимально возможных баллов за экзамен. Рейтинг обучающегося по каждому мероприятию равен проценту набранных баллов на контрольном мероприятии от максимально возможных баллов за данное мероприятие. Рейтинг обучающегося по текущему контролю Rt равен сумме рейтингов по всем мероприятиям, проведенных в течение семестра, с учётом их веса; выражается в процентах. Рейтинг обучающегося по дисциплине Rd рассчитывается одним из двух возможных способов; из них выбирается наибольший. Первый способ: Rd = Rt + Rb. Второй способ: Rd	

						= 0,6Rt + 0,4Ra + Rb, где Rb - бонус-рейтинг студента.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене проводится оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде письменной работы. Студенту выдается экзаменационный билет, содержащий 2 теоретических вопроса из списка вопросов и 3 задачи из разных тем курса. Студенту дается 90 минут на подготовку. Затем студент сдает свою работу преподавателю и ожидает проверки. По результату проверки преподаватель озвучивает студенту набранное количество баллов и выставляет итоговую оценку.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-2	Знает: функцию от матрицы и способых её вычисления; применение функций от матриц в теории дифференциальных уравнений; примеры компактных и некомпактных операторов; элементы теории Рисса-Шаудера и ее применение в теории интегральных уравнений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-2	Умеет: находить функции от матриц и применять их при решении систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; решать спектральные задачи для интегрального оператора с вырожденным ядром.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: нахождения собственных значений и собственных функций для некоторых компактных интегральных операторов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Икрамов, Х. Д. Задачник по линейной алгебре Учеб. пособие Х. Д. Икрамов; Под ред. В. В. Воеводина. - 2-е изд., испр. - СПб. и др.: Лань, 2006. - 319 с.
2. Гельфанд, И. М. Лекции по линейной алгебре [Текст] И. М. Гельфанд. - 7-е изд. - М.: Добросвет: КДУ, 2007. - 319 с.

3. Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - М.: Наука, 1984. - 256 с.
4. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа Учеб. для мат. спец. ун-тов. - 6-е изд., испр. - М.: Наука, 1989. - 623 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Антоневич, А. Б. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] более 1700 задач учеб. пособие для мат. специальностей вузов А. Б. Антоневич, П. Н. Князев, Я. В. Радыно ; под ред. С. Г. Крейна. - 4-е изд., испр. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 216 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Успехи физических наук науч. журн. Рос. акад. наук журнал. - М., 1918-
2. Алгебра и анализ науч. журн. Рос. акад. наук, Санкт-Петербург. отд-ние математ. ин-та им. В. А. Стеклова журнал. - СПб.: Наука, 1989-
3. Успехи математических наук науч.-теорет. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние математики, Моск. мат. о-во журнал. - М.: Наука, 1946-. - Двухмес.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Адуков, В. М. Элементы спектральной теории конечномерных операторов [Текст : непосредственный] учеб. пособие для 3 курса по направлению 03.03.01 "Приклад. математика и физика" В. М. Адуков, Е. В. Мартюшев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. анализ и методика преподавания математики ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 186, [1] с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Адуков, В. М. Элементы спектральной теории конечномерных операторов [Текст : непосредственный] учеб. пособие для 3 курса по направлению 03.03.01 "Приклад. математика и физика" В. М. Адуков, Е. В. Мартюшев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. анализ и методика преподавания математики ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 186, [1] с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Треногин, В. А. Функциональный анализ : учебник / В. А. Треногин. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 488 с. https://e.lanbook.com/book/59471
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебное пособие / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. — 2-е изд.,

		издательства Лань	испр.и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 240 с. https://e.lanbook.com/book/2342
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Филимоненкова, Н. В. Конспект лекций по функциональному анализу : учебное пособие / Н. В. Филимоненкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. https://e.lanbook.com/book/168823

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары		Учебная аудитория, оборудованная меловой доской, компьютером и проектором
Лекции		Учебная аудитория, оборудованная меловой доской, компьютером и проектором