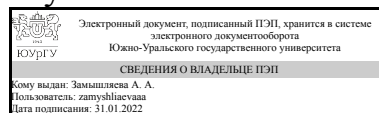


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



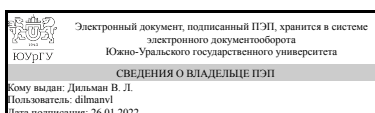
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.10** Дополнительные главы высшей математики  
**для направления 03.03.01** Прикладные математика и физика  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Прикладные математика и физика  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Математический анализ и методика преподавания математики

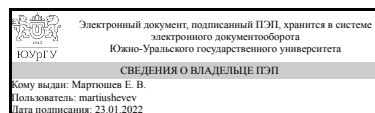
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

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



В. Л. Дильман

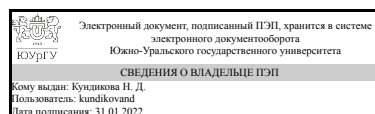
Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Е. В. Мартюшев

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Оптоинформатика  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

## 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 (ЗУНы)
ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Знать: анализировать условие поставленной задачи с целью выявления применимости имеющихся знаний и умений для ее решения.
	Уметь: использовать язык и символику линейной алгебры и функционального анализа для исследования свойств объектов из различных областей деятельности.
	Владеть: навыками систематизации информации.
ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Знать: методы линейной алгебры и функционального анализа, применяемые для построения и анализа математических моделей объектов профессиональной деятельности.
	Уметь: применять методы линейной алгебры и функционального анализа для построения и анализа математических моделей; применять изученные свойства объектов линейной алгебры и функционального анализа для решения задач с практическим содержанием.
	Владеть: методами и приемами применения полученных знаний для анализа систем, процессов и методов.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Теория функций комплексного переменного, Б.1.17 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б.1.15 Математический анализ	В.1.15 Функциональный анализ, Производственная практика, научно-исследовательская работа (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Б.1.17 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Матрицы и действия над ними. Линейные операторы в конечномерном пространстве. Евклидовы и унитарные пространства.
Б.1.15 Математический анализ	Основные понятия и теоремы.
Б.1.18 Теория функций комплексного переменного	Аналитические функции, теорема Коши для многосвязной области, вычеты.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Подготовка к контрольным работам	16	16	
Подготовка к экзамену	32	32	
Выполнение домашних заданий	12	12	
Выполнение РГР	16	16	
Выполнение теоретических тестов	4	4	
Вид итогового 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

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		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 интерполяционных многочленов	2
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	2

		разложения единицы	
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		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
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.	12
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.	4
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.	16
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.	32
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-	16

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Групповая дискуссия	Практические занятия и семинары	Используется на практических занятиях при обсуждениях методов решения задач	2

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Экзамен	Экзаменационные вопросы
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Экзамен	Экзаменационные вопросы
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Проверка РГР	С-1, С-2
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Проверка РГР	С-1, С-2
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Теоретический тест	Т-1, Т-2
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Работа студента в семестре	П-1, П-2
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения	Контрольная работа	ПК-1, ПК-2

	качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности		
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Контрольная работа	ПК-1, ПК-2
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Бонусные баллы	Утвержденный перечень мероприятий

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса из списка вопросов и 3 задачи. Каждый вопрос оценивается максимально в 5 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на экзамене, равно 25. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 5 баллов – вопрос 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.</p> <p>Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более</p>	<p>Отлично: величина рейтинга Rd обучающегося по дисциплине 85–100%.</p> <p>Хорошо: величина рейтинга Rd обучающегося по дисциплине 75–84%.</p> <p>Удовлетворительно: величина рейтинга Rd обучающегося по дисциплине 60–74%.</p> <p>Неудовлетворительно: величина рейтинга Rd обучающегося по дисциплине 0–59%.</p>

	<p>точного определения баллов за каждое задание.</p> <p>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: <math>Rd = Rt + Rb</math>. Второй способ: <math>Rd = 0,6Rt + 0,4Ra + Rb</math>, где Rb - бонус-рейтинг студента.</p>	
Контрольная работа	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 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. Вес каждой контрольной работы = 0,2, максимальный балл =12.</p> <p>Однократное переписывание работы с целью повышения оценки возможно на консультациях, назначенных преподавателем в течение семестра.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60%.</p>
Проверка РГР	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задание РГР выдается студенту в начале изучения соответствующего раздела. Вариант определяется порядковым</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60%.</p>



	<p>номером студента в журнале группы. Работа выполняется студентом самостоятельно вне аудитории и сдается студентом в конце изучения соответствующего раздела. РГР С-1 и С-2 содержат соответственно 4 и 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. Вес мероприятия С-1 =0,1, максимальный балл = 8. Вес мероприятия С-2 =0,14, максимальный балл =12. Работа С-1 выполняется примерно на 1-8 неделях семестра, работа С-2 выполняется примерно на 9-16 неделях семестра. При необходимости, добор баллов по РГР проводится на аудиторной защите способами, определенными преподавателем. График устанавливается преподавателем.</p>	
<p>Теоретический тест</p>	<p>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 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. Вес мероприятия = 0,1, максимальный балл =10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60%.</p>
<p>Работа студента в семестре</p>	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Учет выполнения студентами домашних заданий и активности на практических занятиях. П-1 – в первой половине семестра (1–8 недели), П-2 – 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</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60%.</p>

	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. Вес мероприятия =0,08, максимальный балл =5.	
Бонусные баллы	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 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.	Зачтено: +15% за победу в олимпиаде международного уровня по математике; +10% за победу в олимпиаде российского уровня по математике; +5% за победу в олимпиаде университетского уровня; +3% за победу в открытой командной олимпиаде ИЕТН по математике или за участие во втором туре олимпиады «Прометей» Не зачтено: -

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	КМ ПА.pdf; Вопросы к экзамену.pdf
Контрольная работа	КМ-1 ПК-1.pdf; КМ-2 ПК-2.pdf
Проверка РГР	КМ-3 С-1.pdf; КМ-4 С-2.pdf
Теоретический тест	КМ-5 Т-1.pdf; КМ-6 Т-2.pdf
Работа студента в семестре	
Бонусные баллы	

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- 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.
- Гельфанд, И. М. Лекции по линейной алгебре [Текст] И. М. Гельфанд. - 7-е изд. - М.: Добросвет: КДУ, 2007. - 319 с.
- Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - М.: Наука, 1984. - 256 с.
- 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. Глазман, И. М. Конечномерный линейный анализ в задачах И. М. Глазман, Ю. И. Любич. - М.: Наука, 1969. - 475 с.
2. Антоневи́ч, А. Б. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] более 1700 задач учеб. пособие для мат. специальностей вузов А. Б. Антоневи́ч, 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/59471">https://e.lanbook.com/book/59471</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебное пособие / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. — 2-е изд., испр.и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 240 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/2342">https://e.lanbook.com/book/2342</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система	Филимоненкова, Н. В. Конспект лекций по функциональному анализу : учебное пособие / Н. В. Филимоненкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

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

## 10. 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