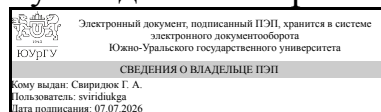


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



Г. А. Свиридюк

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.07 Линейный и нелинейный функциональный анализ
для направления 01.04.01 Математика

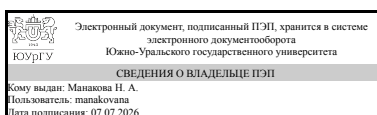
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Уравнения математической физики

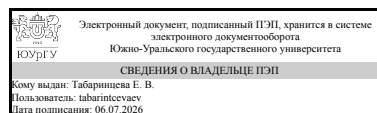
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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



Н. А. Манакова

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



Е. В. Табаринцева

1. Цели и задачи дисциплины

- познакомить студентов с классическими результатами и методами функционального анализа -дать представление о понятиях и методах функционального анализа, которые используются в приложениях

Краткое содержание дисциплины

Метрические пространства. Полнота, компактность. Принцип сжимающих отображений. Линейные нормированные пространства. Линейные операторы в линейных нормированных пространствах. Пространство линейных непрерывных операторов. Норма линейного непрерывного оператора. Основные принципы линейного анализа: теорема Банаха-Штейнгауза, теорема Хана-Банаха, теорема Банаха об обратном операторе. Спектр линейного непрерывного оператора. Компактные операторы, примеры. Теоремы Фредгольма. Примеры: интегральные операторы, интегральные уравнения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики	Знает: основные понятия линейного и нелинейного функционального анализа Умеет: решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления Имеет практический опыт: владения эффективными методами анализа и синтеза

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)

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

Нет

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
		1
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
Подготовка к экзамену	13,5	13,5
Подготовка к контрольным работам	24	24
Самостоятельное решение задач	10	10
Самостоятельное изучение дополнительных вопросов курса	22	22
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	Метрические пространства и линейные нормированные пространства	24	12	12	0
2	Мера и интеграл Лебега. Пространства суммируемых функций.	16	8	8	0
3	Линейные операторы в нормированных пространствах	24	12	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Метрические пространства. Полнота метрических пространств. Принцип вложенных шаров.	2
2	1	Непрерывные отображения метрических пространств. Принцип сжимающих отображений.	2
3	1	Компактные множества в метрических пространствах. Критерии компактности.	2
4	1	Линейные нормированные пространства, примеры. Подпространства, базис. Лемма о почти перпендикуляре.	4
5	1	Гильбертовы пространства. Теорема об ортогональном разложении.	2
12	2	Мера Лебега, свойства измеримых множеств	2
13	2	Измеримые функции, свойства измеримых функций	2
14	2	Интеграл Лебега. Свойства интеграла, теоремы о предельном переходе под знаком интеграла.	2
15	2	Пространства суммируемых функций	2
6	3	Линейные операторы в линейных нормированных пространствах. Непрерывность и ограниченность. Норма оператора.	2
7	3	Пространство линейных непрерывных операторов. Сопряженное пространство. Поточечная и равномерная сходимость последовательности	2

		линейных операторов.	
8	3	Теорема Банаха-Штейнгауза	2
9	3	Линейные функционалы. Геометрический смысл линейного непрерывного функционала. Теорема Хана-Банаха и ее следствия	2
10	3	Обратный оператор. Теорема Банаха об обратном операторе. Линейные операторные уравнения.	2
11	3	Спектр линейного непрерывного оператора	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Метрические пространства., сходимость в метрических пространствах.	2
2	1	Полнота метрических пространств, примеры полных и не полных пространств	4
3	1	Компактные множества в метрических пространствах. Критерии компактности в конкретных пространствах.	2
4	1	Непрерывные отображения метрических пространств. Принцип сжимающих отображений.	2
5	1	Линейные нормированные пространства. Примеры, сравнение норм.	2
6	2	Мера Лебега, измеримые множества	2
7	2	Измеримые функции, свойства измеримых функций. Сходимость последовательности измеримых функций почти всюду и по мере.	2
8	2	Интеграл Лебега, свойства интегрируемых функций. Предельный переход под знаком интеграла.	2
9	2	Пространства суммируемых функций. Сходимость в среднем и среднем квадратичном.	2
10	3	Линейные операторы в нормированных пространствах. Непрерывность и ограниченность. Норма оператора.	2
11	3	Поточечная и равномерная сходимость последовательности линейных операторов.	2
12	3	Линейные функционалы. Продолжение линейного функционала. Теорема Хана-Банаха.. Геометрический смысл линейного непрерывного функционала.	4
13	3	Обратный оператор, критерии обратимости.	2
14	3	Спектр линейного непрерывного оператора. Классификация точек спектра.	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	ПУМД основная п.п.2,3; ПУМД дополнительная п. 3	1	13,5
Подготовка к контрольным работам	ПУМД основная п.п. 1; ПУМД дополнительная п.п. 1, 6 ЭУМД	1	24

	методические указания для СРС п.1		
Самостоятельное решение задач	ПУМД дополнительная п.п. 2,6 ЭУМД методические указания для СРС п.1	1	10
Самостоятельное изучение дополнительных вопросов курса	ПУМД основная п.п. 2-4; ПУМД дополнительная п.п. 3-5; ЭУМД дополнительная п.2	1	22

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	ПК1 Контрольная работа Метрические и линейные нормированные пространства	1	9	0 - задание не решено (решено неверно) 1 - приводятся отдельные этапы решения 2 - решено с замечаниями 3 - решено верно Контрольная работа состоит из трех задач. Контрольная работа выполняется в аудитории, проверка работ выполняется во внеаудиторное время	экзамен
2	1	Текущий контроль	ПК 2 Контрольная работа Линейные операторы	1	9	0 - задание не решено (решено неверно) 1 - приводятся отдельные этапы решения 2 - решено с замечаниями 3 - решено верно Контрольная работа состоит из трех задач. Контрольная работа выполняется в аудитории, проверка работ выполняется во внеаудиторное время	экзамен
3	1	Текущий контроль	ПК 3 Контрольное задание Линейные функционалы и двойственность	1	9	0 - задание не решено (решено неверно) 1 - приводятся отдельные этапы решения 2 - решено с замечаниями 3 - решено верно Контрольная работа состоит из трех задач. Контрольная работа выполняется в аудитории, проверка работ выполняется во внеаудиторное время	экзамен

						время	
4	1	Текущий контроль	ПК 4 Контрольная работа Мера и интеграл Лебега	3	9	0 - задание не решено (решено неверно) 1 - приводятся отдельные этапы решения 2 - решено с замечаниями 3 - решено верно Контрольная работа состоит из трех задач. Контрольная работа выполняется в аудитории, проверка работ выполняется во внеаудиторное время	экзамен
5	1	Промежуточная аттестация	Экзаменационное задание	-	6	Экзаменационная работа состоит из трех заданий. За каждое задание начисляются баллы от 0 до 2 0 - задание не решено (решено неверно) 1 - решено с замечаниями 2 - решено верно	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит 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. Экзаменационная работа проводится в письменной форме. Студенту дается 2 академических часа на написание работы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-1	Знает: основные понятия линейного и нелинейного функционального анализа	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления	+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: владения эффективными методами анализа и синтеза	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Лебедев В. И. Функциональный анализ и вычислительная математика / В. И. Лебедев. - 4-е изд., испр. и доп.. - М. : Физматлит, 2000. - 295 с. : ил.
2. Люстерник Л. А. Краткий курс функционального анализа : Учеб. пособие для ун-тов по спец."Математика". - М. : Высшая школа, 1982. - 271 с.
3. Рудин У. Функциональный анализ / У. Рудин; Пер. с англ. В. Я. Лина; Под ред. Е. А. Горина. - 2-е изд., испр. и доп.. - СПб. и др. : Лань, 2005. - 443 с.
4. Треногин В. А. Функциональный анализ : [Учеб. пособие для вузов по спец."Прикл. математика"]. - 2-е изд., испр.. - М. : Наука, 1993. - 439,[1] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Канторович Л. В. Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. - 4-е изд., испр.. - СПб. : БХВ-Петербург: Невский диалект, 2004. - 813,[1] с.
2. 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.
3. Рудин, У. Основы математического анализа У. Рудин; Пер. с англ. В. П. Хавина. - 4-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2004. - 319 с.
4. Треногин В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учеб. пособие для вузов по специальностям "Математика", "Прикладная математика" / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - Изд. 2-е, испр. и доп.. - М. : Физматлит, 2005. - 239 с.
5. Березанский Ю. М. Функциональный анализ: Курс лекций : Учеб. пособие для ун-тов по спец. "Математика". - Киев : Выща школа, 1990. - 600 с.
6. Вулих Б. З. Введение в функциональный анализ / Б. З. Вулих. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Наука, 1967. - 415 с. : черт.

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

1. Функциональный анализ и его приложения
2. Сибирский математический журнал
3. Математические заметки

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для	ЭБС издательства	Белоусова, Е. П. Функциональный анализ : методические указания / Е. П. Белоусова, Т. И. Смагина. — Воронеж : ВГУ,

	самостоятельной работы студента	Лань	2016. — 25 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.: https://e.lanbook.com/book/165275
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Данилин А.Р. Функциональный анализ для магистрантов. Учебное пособие. Екатеринбург, УрФУ, 2013 https://e.lanbook.com/search?query=Функциональный анализ для магистрантов

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	486 (3)	компьютер с доступом в Интернет и проектор