

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры математического анализа
протокол от «11» марта 2022 г. № 8

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета математики и
информационных технологий

Зав. кафедрой _____ /З.Ю. Фазуллин

_____ /З.Ю. Фазуллин

«21» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Функциональный анализ
Вариативная часть

Направление подготовки
01.06.01 – Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки
Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик:

 / д.ф.-м.н., доцент, профессор Ишкин Х.К.
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры математического анализа, протокол № 8 от «11» марта 2022 г.

Зав. кафедрой  /З.Ю. Фазуллин

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
Приложение №1	15
Приложение №2	17

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения ¹		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фундаментальные основы функционального анализа; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач функционального анализа. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»	
Умения	<p>1. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – четко формулировать и доказывать теоремы функционального анализа; – применять классические и современные методы решения задач функционального анализа. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ».	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>1. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) функционального анализа. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов,	

		удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ».	
--	--	--	--

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре – очная форма обучения, на 3,4 курсах в 6,7 семестрах – заочная форма обучения.

Цель: дисциплина «Функциональный анализ» направлена на изучение классических и современных научных достижений в области функционального анализа, а также различных методов решений задач функционального анализа, необходимых для успешной работы аспиранта по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих им проводить самостоятельные исследования, как в теоретических, так и прикладных разделах современной математики.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин, как «Математический анализ» «Комплексный анализ», «Функциональный анализ», «Действительный анализ», основы которых даются при обучении по программам бакалавриата и магистратуры. Дисциплина «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» – раздел математики, в котором изучаются отображения бесконечномерных пространств (функционалы, операторы). Функциональный анализ включает в себя теорию векторных пространств, геометрию нормированных пространств, интегрирование и меры в функциональных пространствах, интегральные представления и преобразования, теорию операторов (в т. ч. теорию дифференциальных операторов), теорию возмущений операторов, теорию рассеяния, теорию банаховых алгебр, теорию представлений групп и алгебр, теорию обобщенных функций, теорию динамических систем, вариационное исчисление.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1 (очная форма обучения) и Приложении №2 (заочная форма обучения).

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: – фундаментальные основы функционального анализа; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач функционального анализа	Отсутствие знаний	Неполные представления о – фундаментальных основах функционального анализа; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач функционального анализа	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлении о – фундаментальных основах функционального анализа; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач функционального анализа	Сформированные систематические представления о – фундаментальных основах функционального анализа; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач функционального анализа
Второй этап (уровень)	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы функционального анализа;	Отсутствие умений	Фрагментарные умения – четко формулировать и доказывать теоремы функцио-	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения – четко фор-	Сформированные умения – четко формулировать и доказывать тео-

	– применять классические и современные методы решения функционального анализа.		нального анализа; – применять классические и современные методы решения задач функционального анализа.	мулировать и доказывать теоремы функционального анализа; – применять классические и современные методы решения задач функционального анализа.	ремы функционального анализа; – применять классические и современные методы решения задач функционального анализа.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) функционального анализа.	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) функционального анализа.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) функционального анализа.	Успешное владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) функционального анализа.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: – фундаментальные основы функционального анализа; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач функционального анализа.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научной исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата	Тест, реферат, экзамен

		наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ».	
2-й этап Умения	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы функционального анализа; – применять классические и современные методы решения задач функционального анализа.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ».	Тест, реферат, экзамен
3-й этап Владение навыками	Владеть: навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) функционального анализа.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Вещественный, комплексный и функциональный анализ».	Тест, реферат, экзамен

Программа экзамена (вопросы)

1. Нормированные пространства. Примеры. Эквивалентные семейства полунорм. Локально выпуклые пространства (ЛВП).
2. Критерии нормируемости и метризуемости.
3. Достаточность множества непрерывных линейных функционалов на хаусдорфовом ЛВП. Полные ЛВП.
4. Пространства Фреше; теоремы Банаха об открытом отображении и Банаха-Штейнгауза

для пространств Фреше

5. Связь равностепенной непрерывности со слабой* ограниченностью.
6. Слабые топологии и компактные операторы.
7. Индуктивные топологии.
8. Проективные топологии
9. Пространство обобщенных функций. Регулярные обобщенные функции. Сингулярные обобщенные функции.
10. Меры Радона как обобщенные функции. Дифференцирование обобщенных функций. Замена переменной в обобщенных функциях.
11. Носитель обобщенной функции.
12. Преобразование Фурье интегрируемых функций.
13. Преобразование Фурье на прямой: связь с дифференцированием.
14. Свертка функций на прямой и ее свойства. Преобразование Фурье и свертка.
15. Преобразование Фурье обобщенных функций умеренного роста.
16. Преобразование Фурье как автоморфизм пространства Шварца.
17. Примеры вычисления преобразования Фурье.
18. Спектральный радиус. Формула Бёрлинга.
19. Спектр сопряженного оператора. Части спектра сопряженного оператора.
20. Теорема Арцела-Асколи.
21. Компактные операторы. Простейшие примеры компактных и некомпактных операторов. Фредгольмовы операторы. Простейшие примеры. Замкнутость образа фредгольмова оператора Альтернатива Фредгольма.
22. Проекторы в нормированных пространствах. Топологические прямые суммы подпространств. Дополняемые подпространства.
23. Свойства спектра компактного оператора
24. Ортогональные проекторы в гильбертовом пространстве и их алгебраическое описание. Унитарные, самосопряженные и нормальные операторы
25. Спектр унитарного оператора. Спектр самосопряженного оператора. Спектральный радиус самосопряженного оператора. Связь между инвариантностью подпространства и его ортогонального дополнения.
26. Теорема Гильберта-Шмидта о компактных самосопряженных операторах.
27. Теорема Шмидта о строении компактных операторов между гильбертовыми пространствами Теорема о собственном базисе и собственных значениях оператора Штурма-Лиувилля

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Факультет математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа
Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика
Направленность «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»
Экзаменационный билет № ____

по дисциплине «Функциональный анализ»
(20__–20__ уч. год)

1. Локально выпуклые пространства (ЛВП).
2. Преобразование Фурье интегрируемых функций.
3. Унитарные, самосопряженные и нормальные операторы.

Зав. кафедрой

З.Ю. Фазуллин

Экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

5 баллов (отлично) выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на дополнительный вопрос.

4 балла (хорошо) выставляется аспиранту, если он ответил на все вопросы, однако допустил неточности в определении основных понятий; при ответе на дополнительный вопрос допущены небольшие неточности; дал развернутые ответы на два из трех вопроса из билета и ответил на дополнительный вопрос.

3 балла (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе вопросы билета им допущены несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

2 балла (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответы на вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Темы рефератов

Каждому аспиранту предоставляется возможность выбрать тему для написания реферата из списка, представленного ниже. В конце семестра аспирант должен представить преподавателю реферат.

1. Теоремы типа Пэли-Винера.
2. Пространства Фреше. Пространство сопряженное к пространству Фреше.
3. Критерии нормируемости ЛВП.
4. Гильбертовы пространства аналитических функций (Пространства Смирнова, Бергмана, Фока и др.).
5. ЛВП аналитических функций важные в приложениях. Двойственность в ЛВП.
6. Теорема Шмидта о строении компактных операторов между гильбертовыми пространствами.

7. Связь собственных векторов оператора Штурма-Лиувилля и обратного к нему интегрального оператора.
8. Инъективность оператора Штурма-Лиувилля.
9. Теорема о собственном базисе и собственных значениях оператора Штурма-Лиувилля.

За выполнение реферата аспирант может получить от 0 до 15 баллов.

- **15 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, использовано достаточное количество источников литературы, приведено достаточное количество примеров.
- **9-14 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, но использовано недостаточное количество источников литературы или приведено недостаточное количество примеров.
- **4-8 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата или использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **1-3 балла** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата, использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **0 баллов** выставляется аспиранту, если он не сделал реферат.

Примерный вариант теста

Тест состоит из 5 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 5.

1. Укажите не верное утверждение.
 - а) Если $F(x)$ непрерывный оператор, то его производная есть сам этот оператор.
 - б) Если слабая производная $F'_c(x)$ отображения F существует в некоторой U окрестности точки x_0 и представляет собой в этой окрестности (операторную) функцию от x , непрерывную в точке x_0 , то в точке x_0 сильная производная $F'(x_0)$ существует и совпадает со слабой.
 - в) Если отображение F имеет сильную производную, то оно имеет и слабую, и они совпадают.
 - г) Если отображение $F : X \rightarrow Y$ дифференцируемо в точке x , то оно обладает единственной сильной производной.

2. Если T оператор в гильбертовом пространстве H , то сопряженный оператор определяется следующим равенством.

- а) $(Tx, y) = (x, T^* y)$
- б) $(Tx, y) = (T^* x, y)$
- в) $T(x, y) = T^*(x, y)$
- г) $(x, Ty) = (x, T^* y)$

3. Пусть $L_2[a, b]$ комплексное Гильбертово пространство и $Tx(t) = \int_a^b K(t, s)x(s)ds$ оператор Фредгольма. Найти сопряженный оператор.

а) $T^* y = \int_a^b \overline{K(s, t)} y(s) ds$

б) $T^* y = \int_a^b K(\bar{s}, t) y(\bar{s}) ds$

в) $T^* y = \int_a^b K(s, t) \overline{y(s)} ds$

г) $T^* y = \int_a^b \overline{K(s, t)} y(s) ds$

4. Пусть H гильбертово пространство над полем действительных чисел. Найдите производную Фреше функционала $F(x) = \|x\|^2$.

а) $F'(x) = 2x$

б) $F'(x) = 2\|x\|x$

в) $F'(x) = 2\|x\|$

г) не существует

5. Пусть E, F банаховы пространства и $T: E \rightarrow F$ линейный оператор. Для того чтобы оператор T обладал ограниченным обратным оператором необходимо выполнения следующего условия

а) для некоторого $C > 0$ и произвольного $x \in E$ выполняется $\|Tx\| \geq C\|x\|$.

б) для некоторого $C > 0$ и некоторого $x \in E$ выполняется $\|Tx\| \geq C\|x\|$

в) для произвольного $C > 0$ и произвольного $x \in E$ выполняется $\|Tx\| \geq C\|x\|$

г) для произвольного $C > 0$ и некоторого $x \in E$ выполняется $\|Tx\| \geq C\|x\|$

Успешное прохождение теста и выполнение реферата является допуском к сдаче экзамена. Аспирант получает допуск к экзамену, если им набрано 20 и более баллов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. **Колмогоров А.Н.** Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс] / Колмогоров А. Н., Фомин С. В. — Москва :Физматлит, 2012 .— 573 с. — (Классический университетский учебник).— Доступ к тексту электронного

- издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online». — ISBN 978-5-9221-0266-7 .— URL:<http://localhost:3571//book/82563/>
2. **Бирман М.Ш.** Спектральная теория самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Ш. Бирман, М.З. Соломяк .— Изд. 2-е, испр. и доп. — СПб. [и др.] : Лань, 2010 .— 457 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=635
 3. **Шварц Л.** Анализ / Л. Шварц ; пер. Б. П. Пугачева .— Москва : Мир. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=441853
 4. **Треногин В.А.** Функциональный анализ. М.: Физматлит, 2002. 488 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82613&sr=1
 5. **Данилин А.Р.** Функциональный анализ: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. 200 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=239528&sr=1

Дополнительная литература:

6. **Зорич В.А.** Математический анализ. Т. 1-2. М.: Наука, 1984.
7. **Люстерник Л.А., Соболев В.И.** Элементы функционального анализа. М.: Наука, 1965. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=459769
8. **Владимиров В.С.** Уравнения математической физики. М.: Наука, 2008. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68126
9. **Колмогоров А.Н., Фомин С.В.** Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Физматлит, 2012. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82563
10. **Рудин У.** Основы математического анализа / У. Рудин; пер. с англ. В. П. Хавина .— 4-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2004 .— 320 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=447958
11. **Кудрявцев Л.Д.** Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ. Учебник [Электронный ресурс] / Кудрявцев Л. Д. — М.: Физматлит, 2003 .— 425 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online. — ISBN 978-5-9221-0185-4 .— URL:<http://www.biblioclub.ru/book/82818/>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека Башкирского государственного университета <http://lib.bashedu.ru>
2. Электронно-библиотечная система БашГУ <https://elib.bashedu.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>
5. Windows 8 Russian, Windows Professional 8 Russian Upgrade.
6. Microsoft Office Standard 2013 Russian.

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Аудитория № 517 (физико-математический корпус – учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное).	Лекции, семинарские занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Аудитория № 517 Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный Projecta Slim Screen 200*200 cm Matte White, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p>
Аудитория 426, читальный зал №2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа	<p>Аудитория № 526 Учебная мебель, доска</p> <p>Аудитория № 426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры Lenovo Think Centre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19» – 13 шт., шкаф TLK TWP-065442-G-GY.</p> <p>Читальный зал № 2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>1. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Функциональный анализ» на 7 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	100
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Формы контроля:
экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Метрические и топологические пространства	-	-	20	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
2.	Нормированные и топологические линейные пространства	-	2	20	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
3.	Линейные функционалы и линейные операторы	-	2	20	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
4.	Гильбертовы пространства и линейные операторы в них	2	-	20	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
5.	Обобщенные функции	-	-	20	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
Всего часов:		2	4	100			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Функциональный анализ» на 6,7 семестр
(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	125
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Формы контроля:

экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8
	6 семестр						
1.	Метрические и топологические пространства	1	1	15	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
2.	Нормированные и топологические линейные пространства	1	1	7	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
3.	Линейные функционалы и линейные операторы	-	-	8	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
	7 семестр						
4.	Гильбертовы пространства и линейные операторы в них	-	1	47	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
5.	Обобщенные функции	-	1	48	[1]-[11]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, экзамен
	Всего часов:	2	4	125			