

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 9 от «28» февраля 2022 г.

Зав. кафедрой  / Юмагулов М.Г.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета математики и
информационных технологий



/ А.М. Ефимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Спектральная теория дифференциальных операторов

Обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (Специальность)

01.03.01 Математика


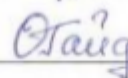
(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель) зав. каф., д.ф.-м.н., профессор	 / Юмагулов М.Г.
доцент, к.ф.-м.н.	 / Гайдамак О.Г.

Для приема: 2022

Уфа 2022

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры дифференциальных уравнений протокол от «28» _февраля_2022 г. №_9

Дополнения и изменения, внесённые в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры дифференциальных уравнений: обновлён фонд оценочных средств. протокол от «28» _февраля_2022 г. №_9

Зав. кафедрой  / Юмагулов М.Г.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
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
 - 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
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p>ПК-1: Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий</p> <p>ПК-2: Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения</p>	<p>ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий</p> <p>ПК-2.1. Знает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ профессионального обучения, среднего профессионального образования и дополнительных профессиональных программ; знает методические основы преподавания профессиональных дисциплин</p> <p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность

		<p>деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2. Умеет планировать лекционные и семинарские занятия по программам профессионального обучения математике и информатике, с учетом уровня подготовки и психологию аудитории</p>	<p>поставленной задачи; -применять на практике знания по предмету.</p>
		<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Имеет практический опыт проведения индивидуальных занятий</p>	<p>Владеть: - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; -понятийным аппаратом предмета</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Спектральная теория дифференциальных операторов» относится к части *Дисциплины по выбору*. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра»,

«Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Аналитическая геометрия». Изучение дисциплины «Спектральная теория дифференциальных операторов» содействует формированию глубокого понимания теории дифференциальных уравнений, теории динамических систем и их приложений.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенций:

ПК-1: Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий

ПК-2: Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
<p>ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий</p> <p>ПК-2.1.</p>	<p>Знать: -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; - основные теоремы преподаваемой дисциплины.</p>	<p>Отсутствие знаний фундаментальных понятий и теорем алгебры</p>	<p>Частичные знания фундаментальных понятий и теорем алгебры</p>	<p>Полные и четкие, но содержащие отдельные пробелы знания фундаментальных понятий и теорем алгебры</p>	<p>Полные и четкие знания фундаментальных понятий и теорем алгебры</p>

<p>Знает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ профессионального обучения, среднего профессионального образования и дополнительных профессиональных программ; знает методические основы преподавания профессиональных дисциплин</p>					
<p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и</p>	<p>Уметь: -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; - применять на практике</p>	<p>Отсутствие умений применять математические знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры</p>	<p>Фрагментарные умения применять математические знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры</p>	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения применять математические знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в</p>	<p>Сформированное умение применять математические знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры</p>

<p>информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2. Умеет планировать лекционные и семинарские занятия по программам профессионального обучения математике и информатике, с учетом уровня подготовки и психологию аудитории</p>	<p>знания по предмету.</p>			<p>области алгебры</p>	
<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p>	<p>Владеть: - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; - понятийным аппаратом</p>	<p>Отсутствие готовности использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>В целом успешная, но не систематическая готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>В целом успешная, но содержащая отдельные пробелы готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессионально</p>	<p>Успешная готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности</p>

ПК-2.3. Имеет практический опыт проведения индивидуальных занятий	предмета			й деятельности	
--	----------	--	--	----------------	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий</p> <p>ПК-2.1. Знает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ профессионального обучения, среднего профессионального образования и дополнительных профессиональных программ; знает методические основы преподавания</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины. 	Контрольная работа

профессиональных дисциплин		
<p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2. Умеет планировать лекционные и семинарские занятия по программам профессионального обучения математике и информатике, с учетом уровня подготовки и психологию аудитории</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; <li style="padding-left: 40px;">-применять на практике знания по предмету. 	<p>Контрольная работа</p>
<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Имеет практический опыт проведения индивидуальных занятий</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; <li style="padding-left: 40px;">-понятийным аппаратом предмета 	<p>Контрольная работа</p>

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов)

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: -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины.	ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий ПК-2.1. Знает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ профессионального обучения, среднего профессионального образования и дополнительных профессиональных программ; знает методические основы преподавания профессиональных дисциплин	Контрольная работа, доклад на семинаре
2-й этап Умения	Уметь: -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; -применять на практике знания по предмету.	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в	Контрольная работа, доклад на семинаре

		<p>области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2. Умеет планировать лекционные и семинарские занятия по программам профессионального обучения математике и информатике, с учетом уровня подготовки и психологию аудитории</p>	
<p>3-й этап</p> <p>Владеть навыками</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; -понятийным аппаратом предмета 	<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Имеет практический опыт проведения индивидуальных занятий</p>	<p>Контрольная работа, доклад на семинаре</p>

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: 2 теоретических вопроса.

Вопросы для экзамена:

1. Линейные пространства и операторы. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора.
2. Собственные значения и собственные векторы. Присоединенные векторы. Порядок и кратность собственных значений.
3. Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера.
4. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.
5. Линейные дифференциальные выражения. Краевые условия. Собственные значения и собственные функции дифференциального оператора. Присоединенные функции. Спектр линейного дифференциального оператора.
6. Задача обращения дифференциального оператора. Функция Грина линейного дифференциального оператора. Функция Грина оператора $L-\lambda I$.
7. Асимптотическое поведение собственных значений и собственных функций дифференциального оператора при больших λ .
8. Разложение по собственным функциям дифференциального оператора.
9. Линейные дифференциальные операторы в гильбертовых пространствах. Спектральный анализ самосопряженных операторов.
10. Симметрические дифференциальные операторы. Самосопряженные дифференциальные выражения.
11. Задачи на собственные значения для дифференциальных операторов.
12. Задача Штурма-Лиувилля.

Образец экзаменационного билета:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

**Экзаменационный билет №1
по курсу «Спектральная теория дифференциальных операторов»**

1. Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера.
2. Задачи на собственные значения для дифференциальных операторов.

Преподаватель Гайдамак О.Г. ./_____/

Зав. кафедрой Юмагулов М. Г. / _____ /

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;

- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии и методика оценивания ответа на экзамене (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено 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. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Список тем на семинары

1. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.
2. Элементы теории возмущений линейных ограниченных операторов в конечномерных и гильбертовых пространствах.
3. Задача обращения дифференциального оператора. Функция Грина линейного дифференциального оператора. Функция Грина оператора $L-\lambda I$.
4. Линейные дифференциальные операторы в гильбертовых пространствах. Спектральный анализ самосопряженных операторов.
5. Симметрические дифференциальные операторы. Самосопряженные дифференциальные выражения.
6. Задачи на собственные значения для дифференциальных операторов.
7. Обратная задача Штурма-Лиувилля.

Критерии оценки (в баллах):

- 10 баллов выставляется студенту за полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и при верно данных ответах на дополнительные вопросы.

- 5-9 баллов выставляется студенту в случае, если студент сделал полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и не ответил на 1-2

дополнительных вопроса, либо сделал неполный и/или нечеткий доклад, но при этом ответил на все дополнительные вопросы.

- 1-4 балла выставляется студенту в случае, если студент сделал неполный доклад на семинаре на заданную тему и не ответил ни на один дополнительный вопрос.

- 0 баллов выставляется студенту, если им не был сделан доклад на заданную тему.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

В семестре студенту представляется две контрольные работы. Каждая контрольная работа состоит из четырех объемных заданий. Задача считается правильно решенной, если студентом приведено подробное и полное ее решение. Каждое задание оценивается в 3 балла. В случае, если студент не справляется с более 50% заданий по обоим контрольным, он не допускается к сдаче экзамена. У каждого студента есть возможность пересдать контрольную работу.

Пример варианта контрольной работы:

Контрольная работа №1.

1) Показать, что следующее равенство определяет линейный оператор в указанных пространствах и вычислить ее норму: $Ax(t) = t^2 x(0)$
 $\forall x \in C[0,1] \rightarrow C[0,1], \quad C[0,1] \rightarrow C^1[0,1]$.

2) Рассмотрим определенное равенством $\frac{dx(t)}{dt} = \int_0^t x(\tau) d\tau + x(t)$ оператор $A: C[0,1] \rightarrow C[0,1]$. Доказать, что: A -- непрерывно обратимый и найти A^{-1} .

3) В вещественном линейном пространстве $C[-\pi, \pi]$ найти собственные значения и собственные вектора оператора: $\frac{dx(t)}{ds} = \int_{-\pi}^{\pi} \cos(s+t)x(s) ds$.

4) В пространстве $C[0, \pi]$ рассмотрим оператор $\frac{dx(t)}{ds} = \frac{d^2 x}{dt^2}$ с областью определения $D(A)$. Найти его собственные значения и собственные векторы, если: $D(A) = \{x(t): x(t) \in C^2[0,1], x(0) = x(\pi) = 0\}$.

Описание методики оценивания:

Критерии оценки (в баллах)

12 баллов выставляется студенту, если все задачи решены верно;

9 баллов выставляется студенту, если 3 задачи решены верно;

6 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;

3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно.

Контрольная работа №2.

1) В пространстве $C[0,1]$ рассмотрим оператор $Ax(t) = tx(t)$. Доказать, что оператор A ограничен и его спектр -- это множество $\sigma(A) = [0,1]$, причем ни одна точка спектра не является собственным значением.

2) Пусть в пространстве $C[0,1]$ задан оператор дифференцирования $Ax(t)=x'(t)$ с областью определения $D(A)$. Показать, что: если $D(A)=C^1[0,1]$, то оператор A неограничен, его спектр $\sigma(A)$ совпадает со всей комплексной плоскостью \mathbb{C} и является точечным, т.е. состоит из одних собственных значений.

3) В пространстве $C[0,2\pi]$ рассмотрим оператор $Ax(t)=e^{it}x(t)$. Доказать, что оператор A ограничен и его спектр -- это множество $\sigma(A)=\{\lambda \in \mathbb{C} : |\lambda|=1\}$.

4) Пусть в пространстве $C[0,1]$ задан оператор дифференцирования $Ax(t)=x'(t)$ с областью определения $D(A)$. Показать, что: если $D(A)=\{x(t) : x(t) \in C^1[0,1], x(0)=0\}$, то оператор A неограничен и его спектр $\sigma(A)$ пуст.

Описание методики оценивания:

Критерии оценки (в баллах)

12 баллов выставляется студенту, если все задачи решены верно;

9 баллов выставляется студенту, если 3 задачи решены верно;

6 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;

3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно.

Задание на курсовую работу:

Курсовые работы могут быть следующих разновидностей:

аналитический обзор информационных ресурсов по заданной проблеме;

описание решения конкретной профессиональной задачи (ситуации);

анализ практики использования теоретических и методологических аспектов изучаемой дисциплины в реальных профессиональных ситуациях;

решение конкретных математических задач;

описание результатов исследования, проведенного студентом с использованием конкретных эмпирических и теоретических методов научного познания.

Примерный список курсовых работ.

1. Самосопряженные операторы в гильбертовых пространствах.
2. Формулы теории возмущений линейных ограниченных операторов.
3. Функция Грина линейного дифференциального оператора.
4. Линейные дифференциальные операторы в гильбертовых пространствах.
5. Симметрические дифференциальные операторы.
6. Задачи на собственные значения для дифференциальных операторов.
7. Обратная задача Штурма-Лиувилля.

Критерии оценивания курсовой работы:

- 100 баллов получает студент, если им полностью выполнена и оформлена курсовая работа;

- 60-99 баллов выставляется студенту, если им выполнена курсовая работа, но имеются замечания по оформлению;

- 1-59 баллов выставляются студенту, если имеются замечания по содержанию и оформлению курсовой работы;

- 0 баллов ставится при невыполнении курсовой работы.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Наймарк, М.А. Линейные дифференциальные операторы [Электронный ресурс] / М.А. Наймарк. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2749>
2. Пирковский, А.Ю. Спектральная теория и функциональные исчисления для линейных операторов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Пирковский. — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2010. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9384>.

Дополнительная литература:

3. М.Рид, Б.Саймон «Методы современной математической физики»- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 352 с.
4. Н.И. Ахиезер. И.М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве. М.: Наука. 2005.

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

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013г. Лицензии бессрочные.

2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	https://elib.bashedu.ru/
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru/

Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	http://e.lanbook.com/
---	---	--	---

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 502 (физмат корпус - учебное)2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 502 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 527 (физмат корпус - учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 502 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 527 (физмат корпус - учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №</p>	<p>Аудитория № 501 Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAУТЕGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless PresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304</p> <p>Аудитория №502 Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p>Аудитория №523 Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p>Аудитория №527 Учебная мебель, доска настенная меловая</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 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

<p>501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 502 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 527 (физмат корпус - учебное)</p> <p>5.помещения для самостоятельной работы: читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p>		
--	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Спектральная теория дифференциальных операторов**

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	106
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Формы контроля:

экзамен 7 семестр

В том числе: курсовая работа/ курсовой проект 7 семестр, контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу – 4.

№ 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	ЛР	СР				
1	2	3	4	5	6		8	9	10
1.	Линейные операторы в конечномерных пространствах. Матричные представления. Влияние изменения базиса. Линейные операции над операторами. Проекторы. Инвариантные подпространства.	3	3		21,2		[1]- [5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
2.	Элементы спектральной теории линейных операторов в конечномерном пространстве. Спектр и резольвента. Спектральное разложение линейного оператора.	3	3		21,2		[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
3.	Линейные операторы в гильбертовых	4	4		21,2		[1] -[5]	[1]-[3]	Доклад на семинаре

	<p>пространства. Сопряженное пространство. Ортонормированные системы. Симметричные операторы. Проекторы. Инвариантные подпространства. Вполне непрерывные операторы. Теория Рисса-Шаудера.</p>								
4.	<p>Спектральная теория в конечномерном пространстве. Теорема Гершгорина. Спектр простой матрицы. Кратные собственные значения. Собственные проекторы. Непрерывность и дифференцируемость собственных подпространств и собственных векторов. Спектр симметрических операторов.</p>	4	4		21,2		[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
5.	<p>Спектральная теория в гильбертовых пространствах. Спектр самосопряженных</p>	4	4		21,2		[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре

	операторов. Неограниченные операторы в гильбертовых пространствах. Симметричные операторы. Обыкновенные дифференциальные операторы								
	Всего часов:	18	18		106				

Рейтинг – план дисциплины

Спектральная теория дифференциальных операторов

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 01.03.01 Математикакурс 4, семестр 7

Рейтинг-план (экзамен)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1.				
Текущий контроль				25
1. Работа на семинаре			0	13
Рубежный контроль				
Отчёт по домашней контрольной работе № 1	3	4	0	12
Модуль 2.				
Текущий контроль				20
1. Работа на семинаре			0	10
Рубежный контроль				
Выступление на семинаре			0	10
Модуль 3.				
Текущий контроль				25
1. Работа на семинаре			0	13
Рубежный контроль				
Отчёт по домашней контрольной работе № 2	3	4	0	12
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			0	5
2. Волонтерская работа при проведении олимпиад и конференций			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен			0	30
Итого			0	100