

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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 6 от 26.01.2021 г.

Зав. кафедрой

 /Ишкин Х.К.

Согласовано:
Председатель УМК
факультета математики и
информационных технологий

 /Ефимов А.М.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (РПД)

дисциплина

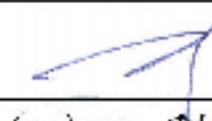
Аналитические методы в спектральной теории дифференциальных операторов

Цикл Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули), дисциплина по выбору
(Цикл дисциплины и его часть)

Направление подготовки
01.04.01 «Математика»

Профиль подготовки
«Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

Квалификация
Магистр

Разработчик (составитель) зав. кафедрой, д.ф.-м.н., доцент должность, уч. степень, уч. звание	 /Ишкин Х.К. (подпись, ФИО)
---	---

Для приема: 2021

Уфа — 2021

Содержание

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	3
2	Цель и место дисциплины в структуре ООП ВО	6
3	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4	Фонд оценочных средств	7
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	7
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	11
	1. Зачет	13
	2. Контрольные работы	14
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	15
5.1	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
	А. Ресурсы «Интернет»	16
	В. Программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины	16
6	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
	Приложение № 1: Содержание рабочей программы	19

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам 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
1	2	3	4
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ПК-1. Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук	ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • историческое значение исследуемой проблемы • современное состояние исследуемой проблемы • основные методы решения классических задач математики
		ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий.	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения • корректно ставить научные задачи • применять классические методы при решении поставленных задач

1	2	3 ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	4 Владеет адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы
	ПК-2. Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-2.1. Владеет современными методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • методологические приемы представления научных знаний • формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.

1	2	<p>3 ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой</p>	<p>4 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных • вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий • представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати
		<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приемами публично представить собственные новые научные результаты • методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации

2 Цель и место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аналитические методы в спектральной теории дифференциальных операторов» относится к вариативной части. Дисциплина изучается на I курсе во II семестре.

Целями освоения дисциплины «Аналитические методы в спектральной теории дифференциальных операторов» являются овладение современным аппаратом теоретических знаний по приложениям теории операторов к приближенным вычислениям для дальнейшего использования их в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, алгебра, геометрия.

Знания по приложениям теории операторов к приближенным вычислениям являются важной составляющей общей математической культуры выпускника. Эти знания необходимы для освоения дисциплин: спектральная теория дифференциальных операторов, математические вопросы квантовой механики, методы комплексного анализа в математической физике и др., а также для написания магистерской диссертации.

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

Содержание рабочей программы — в Приложении № 1.

4 Фонд оценочных средств

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: Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историческое значение исследуемой проблемы • современное состояние исследуемой проблемы • основные методы решения классических задач математики 	<p>Не знает совсем либо знает неудовлетворительно историческое значение исследуемой проблемы, современное состояние исследуемой проблемы, основные методы решения классических задач математики</p>	<p>Демонстрирует свободное и уверенное знание исторического значения исследуемой проблемы, современное состояние исследуемой проблемы, основные методы решения классических задач математики</p>

<p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения • корректно ставить научные задачи • применять классические методы при решении поставленных задач 	<p>Отсутствие умений видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения и корректно ставить научные задачи, применять классические методы при решении поставленных задач</p>	<p>Сформированное умение видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения и корректно ставить научные задачи, применять классические методы при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий</p>	<p>Владеет адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы</p>	<p>Отсутствие владений адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы</p>	<p>Успешные владения адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы</p>

ПК-2: Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<p>ПК-2.1. Владеет современными методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологические приемы представления научных знаний • формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д. 	<p>Не знает совсем либо знает неудовлетворительно методологические приемы представления научных знаний, формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.</p>	<p>Полные и четкие знания исторического значения методологических приемов представления научных знаний, форм представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.</p>

<p>ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных • вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий • представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати 	<p>Отсутствие умений обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий и представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати</p>	<p>Сформированное умение обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий и представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати</p>
--	---	---	---

<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приемами публично представить собственные новые научные результаты • методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации 	<p>Отсутствие владений приемами публично представить собственные новые научные результаты и методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации</p>	<p>Успешные владения приемами публично представить собственные новые научные результаты и методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации</p>
---	--	--	--

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>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историческое значение исследуемой проблемы • современное состояние исследуемой проблемы • основные методы решения классических задач математики 	<p>Контрольная работа № 1</p>

<p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения • корректно ставить научные задачи • применять классические методы при решении поставленных задач 	<p>Контрольная работа № 2</p>
<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий</p>	<p>Владеет адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы</p>	<p>Контрольная работа № 3</p>
<p>ПК-2.1. Владеет современными методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологические приемы представления научных знаний • формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д. 	<p>Контрольная работа № 1</p>

<p>ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных • вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий • представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати 	<p>Контрольная работа № 2</p>
<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приемами публично представить собственные новые научные результаты • методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации 	<p>Контрольная работа № 3</p>

1. Зачет

А. Вопросы к зачету

1. Аналитические дифференциальные уравнения в комплексной области. Теорема Коши.
2. Линейные дифференциальные уравнения. Локальная теория.
3. Регулярные и иррегулярные особые точки. Монодромия.
4. Фуксовы системы. Теорема Соважа.
5. Резонансные и нерезонансные фуксовы системы.

6. Критерий Дюйстермаата–Грюнбаума тривиальной монодромии для уравнения Штурма–Лиувилля.
7. Приложение к спектральной теории.
8. Теория линейных уравнений в целом. Теорема Римана-Фукса.
9. Проблема Римана-Гильберта. Изомонодромные деформации и уравнения Пенлеве.

В. Критерии оценки

Устанавливается следующий критерий зачета:

- зачтено – не более 25 процентов пропусков, не менее 7 баллов по 2 контрольным работам после работы над ошибками,
- не зачтено – если не выполнил хотя бы одно условие предыдущего пункта.

2. Контрольные работы

Предусмотрено проведение 2 контрольных работ, которые охватывают весь пройденный материал на лекциях и семинарских занятиях.

А. Примерные варианты контрольных работ

Контрольная работа №1

1. Доказать, что уравнение $-y'' + az^{-2}y = \lambda y$ имеет тривиальную монодромию около 0 тогда и только тогда, когда $a = n(n - 1)$, $n \in \mathbb{Z}$.
2. Найти матрицу монодромии системы $zY' = AY$, где A – постоянная матрица $n \times n$.

Б. Критерий оценивания

- 5 баллов, если все задачи решены полностью, в логических рассуждениях и обосновании решений нет пробелов и ошибок,
- 4 балла, если задачи решены, но в обосновании шагов решений имеются пробелы, есть недочеты в выкладках, рисунках, чертежах или графиках,
- 3 балла, если приведены обязательные для решений задач формулы, но допущены ошибки в их применении,
- 2 балла, если приведены некоторые формулы, которые могут (или не могут) быть использованы при решении задач, допущены существенные ошибки, показывающие отсутствие обязательных умений и навыков по данной теме.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

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

Основная литература

- [1] Ильяшенко, Ю.С. Аналитическая теория дифференциальных уравнений. Том 1 [Электронный ресурс] : монография / Ю.С. Ильяшенко, С.Ю. Яковенко. — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2013. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71818> — Загл. с экрана.
- [2] Хартман, Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Ф. Хартман ; под ред. В.М. Алексеева ; пер. с англ. И.Х. Сабитова, Ю.В. Егорова. - Москва : Мир, 1970. - 719 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. —<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468037>
- [3] Болибрух, А.А. Обратные задачи монодромии в аналитической теории дифференциальных уравнений : лекции / А.А. Болибрух. - Москва : МЦНМО, 2009. - 221 с. - (Современные лекционные курсы). - ISBN 978-5-94057-510-8 ; То же [Электронный ресурс]. —<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62976>

Дополнительная литература

- [1d] Голубев, В.В. Лекции по аналитической теории дифференциальных уравнений / В.В. Голубев. - Москва ; Ленинград : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1941. - 401 с. - ISBN 978-5-4458-1169-5 ; То же [Электронный ресурс]. —<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118494>

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

А. Ресурсы «Интернет»

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	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ 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	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети	http://e.lanbook.com

В. Программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины

1. Windows 8 Russian. 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.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование	Программное обеспечение
1	2	3	4
Аудитория 501	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер LogitechWirelessPresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304	1. Windows 8 Russian. 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.
Аудитория 503	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая	

1	2	3	4
Аудитории 517	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая, коммутатор HP V1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 eu – 27 шт., экран ScreeMediaGolgview 274*206 NW 4:3, универсальное потолочное крепление ScreeMedia для проектора, регулировка высоты, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, патч-корд (1296), доска аудитор. ДА32	1. Windows 8 Russian. 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.
Аудитории 531	Лекции, лабораторное, практическое занятия, тестирование	Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32	1. Windows 8 Russian. 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.
читальный зал №2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа, выполнение курсовой работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.	1. Windows 8 Russian. 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.

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Аналитические методы в спектральной теории дифференциальных операторов на II семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 /72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32.2
лекций	16
практических / семинарских	0
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Формы контроля:

зачет II семестр

№№	Тема и содержание	Форма изучения материалов				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания для самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лк	ПЗ/Сем	ПР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Аналитические дифференциальные уравнения в комплексной области. Теорема Коши.	2	0	2	6	[1, 1d, 2, 3]	[1]: Гл. 1,	к/р, зач
2	Линейные дифференциальные уравнения. Локальная теория.	2	0	4	6	[1, 1d, 2, 3]	[1, 2]	То же
3	Регулярные и иррегулярные особые точки. Монодромия.	2	0	2	6	[1, 1d, 2, 3]	[1, 2]	То же
4	Критерий тривиальной монодромии. Приложение к спектральной теории.	2	0	2	6	[1, 1d, 2, 3]	[1, 2]	То же

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Теория линейных уравнений в целом. Теорема Римана-Фукса.	4	0	4	6	[1, 1d, 2, 3]	[1, 2]	То же
6	Проблема Римана-Гильберта. Изомонодромные деформации и уравнения Пенлеве.	4	0	4	9.8	[1, 1d, 2, 3]	[1, 2]	То же
	Всего часов	16	0	16	39.8			