

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Ширина Алла Владимировна**

Рабочая программа дисциплины

КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Код УМК 96447

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Комплексный и функциональный анализ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **01.05.01** Фундаментальные математика и механика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Комплексный и функциональный анализ** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4,5
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (6)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр) Экзамен (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Комплексный анализ

Курс посвящен исследованию функций комплексного переменного, свойствам аналитических функций, применения свойств функций для вычисления несобственных интегралов

Входной контроль

задачи по вычислению модуля и аргументу комплексных чисел, выполнению действий с комплексными числами, извлечение корня из комплексного числа и возведению в степень

Дифференцирование ФКП

дифференцирование фкп, аналитические функции, свойства аналитических функций, гармонические функции, условия Коши-Римана, геометрические свойства аналитичных функций, конформные отображения

Интегрирование ФКП

вычисление интеграла от ФКП, способы интегрирования, первообразная аналитической функции, теоремы Коши об интегрировании аналитических функций, интегралы Коши, интегральные формулы Коши. Особые точки аналитических функций

Вычеты и их приложения

Изолированные особые точки аналитических функций: устранимые особые точки, полюса, существенно особые точки, особенность на бесконечности, вычеты, формулы для вычисления вычетов, вычет на бесконечности, классификация аналитических функций на бесконечности, приложения вычетов для вычисления интегралов. Теорема Коши о полной сумме вычетов,

ИКМ

ИКМ проводится в виде письменной работы. Задания входящие в данную работу:

- исследовать аналитические свойства ФКП
- задача о конформности дробно-линейного отображения,
- вычисление интеграла от ФКП с помощью интегральной формулы Коши,
- определить характер особой точки и вычисление вычетов
- вычислить интегралы с помощью вычетов

Функциональный анализ

основы теории функций действительного переменного:

Метрические пространства и непрерывные отображения

метрические пр-ва, метрика, сходимость последовательности, открытые и замкнутые множества, ограниченные и вполне ограниченные множества, предкомпактные и компактные мн-ва, сепарабельные множества, непрерывные отображения, сжимающие отображения

Нормированные пространства и линейные непрерывные отображения

норма элемента в нормированном пространстве, сходимость по норме, норма линейного непрерывного оператора, примеры нормированных пространств, банаховы пространства, резольвента оператора, спектр

оператора

Гильбертовы пространства и унитарные операторы

скалярное произведение, согласованное с нормой оператора, ортогональность, ортогональное дополнение, проекция вектора на замкнутое подпространство, отрезок ряда Фурье, расстояние от точки до замкнутого подпространства, норма линейного непрерывного функционала, сопряженные операторы, свойства сопряженных операторов. Исследование операторных уравнений 2 рода.

ИКМ

ИКМ проводится в виде теста. Тест состоит из 10 заданий:

- 1) Определить свойства множества в метрическом пространстве.
- 2) Определить, является ли отображение сжимающим, если да, то найти неподвижную точку.
- 3) вычислить норму вектора в различных нормированных пространствах.
- 4) определить, сходится ли последовательность в указанном н.п.
- 5) Вычислить норму линейного непрерывного оператора
- 6) найти проекцию вектора на замкнутое линейного подпространство
- 7) Найти расстояние от вектора до замкнутого линейного подпространства.
- 8) Найти сопряженный оператор
- 9) найти спектр и резольвенту линейного непрерывного оператора.
- 10) вычислить норму линейного непрерывного функционала в гильбертовом пр-ве

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / Н. В. Гредасова, Н. И. Желонкина, М. А. Корешникова [и др.] ; под редакцией А. Н. Сесекина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-2472-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/106793>
2. Садовничий Виктор Антонович Теория операторов:учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям и специальностям физико-математического профиля/В.А. Садовничий.- Москва:Дрофа,2001, ISBN 5-7107-4297-Х.-381.
3. Колмогоров А. Н.,Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа:[учебник]/А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин.-Москва:ФИЗМАТЛИТ,2006, ISBN 5-9221-0266-4.-572.-Библиогр.: с. 568-570
4. Треногин В. А. Функциональный анализ:учебник/В. А. Треногин.-Москва:Физматлит,2002, ISBN 5-9221-0272-9.-488.-Библиогр.: с. 482
5. Сборник задач по теории функций комплексного переменного и операционному исчислению – Казань: Казанский государственный университет им. В.И.Ульянова-Ленина, 2005. –124с. [Электронный ресурс]. URL: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/116254> (Дата обращения: 09.03.2021) <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/116254>

Дополнительная:

1. Функциональный анализ/под ред. С. Г. Крейна ; [общ. ред. Л. А. Люстерника, А. Р. Янпольского].- Москва:Наука,1964.-424.-Библиогр.: с. 414-416
2. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Лаборатория знаний, 2016. — 303 с. — ISBN 978-5-93208-209-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/620010>
3. Функциональный анализ в упражнениях и задачах/Ю. И. Грибанов ; Казан. гос. ун-т им. В. И. Ульянова-Ленина. Вып. 1. Метрические пространства.-Казань,1970.-54
4. Шабат Б. В. Введение в комплексный анализ:учебное пособие для студентов механико-математических факультетов университетов/Б. В. Шабат.-Москва:Наука,1969.-576.
5. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для вузов / Е. Г. Плотникова, А. П. Иванов, В. В. Логинова, А. В. Морозова ; под редакцией Е. Г. Плотниковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01179-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/436467>
6. Теория функций комплексного переменного.Пер.с рум./С. Стоилов.Т.1.Основные понятия и принципы.-М.:Иностр.лит.,1962.-364

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/complex.htm> EqWorld
https://www.matburo.ru/ex_ma.php?p1=matfkr решение задач
<http://lesar.narod.ru/Learn/vishk/TFKPlek.pdf> TFKPlek.pdf
<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал
https://www.matburo.ru/ex_ma.php?p1=makn действия с компл. числами
https://www.matburo.ru/ex_ma.php?p1=makrint криволинейные интегралы
https://www.matburo.ru/ex_ag.php?p1=agpsk кривые 2 порядка
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.12.55 Теория функций комплексной переменной - скачать и читать онлайн электронные учебники бесплатно для вузов | Единое окно
<https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/functional-analysis-part-1-M.pdf> functional-analysis-part-1-M.pdf
<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ
<https://lanbook.com/catalog/discipline/funkcionalnyy-analiz/> учебники Лань
<https://fictionbook.ru/genre/functional-analysis/> книги
https://www.matburo.ru/ex_ma.php?p1=mafa Примеры задач
<https://docplayer.ru/37499360-Funkcionalnyy-analiz-konspekt-lekcij.html> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ Конспект лекций - PDF Free Download

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Комплексный и функциональный анализ** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Комплексный и функциональный анализ**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач</p>	<p>ЗНАТЬ: понятия комплексного и функционального анализа: аналитическая функция, свойства аналитической функции, теоремы Коши об аналитических функциях, конформные отображения, интегральная формула Коши, изолированная особая точка функции, ряды Тейлора и Лорана, связь ряда Лорана с характером особых точек, классификация функций по особенностям на бесконечности, вычеты и приложения вычетов для вычисления интегралов, особенности функциональных пространств, нормированные, банаховы, гильбертовы пространства и их свойства, понятие линейного непрерывного оператора и функционала и их свойства, спектр и резольвента л.н.о.. УМЕТЬ: использовать для решения прикладных задач следующие навыки: исследования аналитических свойств функции, восстановление аналитической функции по известной действительной и мнимой части, выполнение конформного отображения в комплексной плоскости,</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не может выполнить практические задания, включающие в себя знания формул и свойств объектов из курсов Алгебры(комплексные числа), матанализа(криволинейные интегралы) и Аналитической геометрии (кривые 2 порядка). Не знает основных формул.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Допускает серьезные ошибки при выполнении практических заданий , включающих в себя знания формул и свойств объектов из курсов Алгебры(комплексные числа), матанализа(криволинейные интегралы) и Аналитической геометрии (кривые 2 порядка)</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Выполняет задания, включающие в себя знания формул и свойств объектов из курсов Алгебры(комплексные числа), матанализа(криволинейные интегралы) и Аналитической геометрии (кривые 2 порядка) с незначительными ошибками. Знает основные формулы.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Выполняет все задания, включающие в себя знания формул и свойств объектов из курсов Алгебры(комплексные числа), матанализа(криволинейные интегралы) и Аналитической геометрии (кривые 2 порядка). Возможны арифметические ошибки. Знает все основные формулы.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>вычисление интегралов Коши, исследование свойств функций с помощью рядов Лорана, вычисление несобственных интегралов с помощью вычетов, исследование операторных уравнений в нормированных пространствах.</p> <p>ВЛАДЕТЬ: фундаментальными знаниями в области комплексного анализа и теории функций комплексного переменного, пригодными для решения прикладных задач.</p>	

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	комплексное число, модуль и аргумент комплексных чисел, действия с комплексными числами, формула Муавра, формула Эйлера. Криволинейный интеграл 1 и 2 рода, кривые 2 порядка. уравнение прямой на плоскости
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Дифференцирование ФКП Письменное контрольное мероприятие	ФКП, элементарные функции КП и их свойства, особенности комплексной дифференцируемости, голоморфность функции, алгебраические и геометрические свойства голоморфных функций, приложения производных для вычисления площадей и длин дуг
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Интегрирование ФКП Письменное контрольное мероприятие	Понятие интеграла от функции комплексного переменного. Способы вычисления. Свойства интеграла от комплексных функций. Первообразная. Теорема Коши. Интегральная формула Коши.
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Вычеты и их приложения Письменное контрольное мероприятие	Вычисление вычетов в изолированных особых точках. Вычисление интегралов с помощью теоремы Коши о вычетах. Приложение теоремы Коши о вычетах к вычислению несобственных интегралов.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ИКМ Итоговое контрольное мероприятие	Аналитические функции, свойства аналитических функций, интегральные теоремы Коши, ряды Тейлора и Лорана, изолированные особые точки голоморфных функций, вычеты и их приложения.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Найти модули и аргументы комплексных чисел	3
Вычислить криволинейный интеграл 1 и 2 рода	2
определить множество точек на плоскости	2
извлечь корень из комплексного числа	1
Выполнить деление комплексных чисел и найти аргумент частного	1
Возвести в степень комплексное число	1

Дифференцирование ФКП

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Исследовать геометрические свойства аналитических функций	4
найти образ множества при отображении $f(z)$	2
решить трансцендентное уравнение	2
исследовать ФКП на дифференцируемость по условиям Коши-Римана	2
Найти площадь образа области при отображении аналитической функции	2
Восстановление аналитической функции по известной действительной или мнимой части	2
Найти длину дуги при отображении аналитической функции	2
Найти действительную и мнимую часть функции, вычислить значение функции в точке,	2
Гармонические функции, исследование свойств	2

Интегрирование ФКП

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**
 Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Вычислить интеграл с помощью формулы Ньютона-Лейбница	4
Вычислить интеграл по кусочно-гладкому контуру	4
Определить особые точки аналитической функции	4
Вычислить интеграл с помощью интегральной формулы Коши	4
Вычислить интеграл от многозначной функции по одной ветки	4

Вычеты и их приложения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**
 Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Вычислить интеграл с помощью леммы Жордана	4
Вычислить интеграл типа интеграла Дирихле	4
вычислить интеграл от тригонометрических функций	2
Определить число корней с помощью теоремы Руше	2
Вычислить логарифмический вычет по контуру	2
вычислить интеграл с помощью вычетов	2
Найти особые точки и вычислить вычеты в этих точках	2
Вычислить несобственный интеграл с помощью вычетов	2

ИКМ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
 Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
исследовать аналитические свойства функции	4
определить вид функции по ее особенностям, построить модель	4
определить число корней по теореме Руше	4
вычислить логарифмический вычет	4
исследовать особенности аналитической функции	4

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках

промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач</p>	<p>Метрические пространства и непрерывные отображения Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>метрика, метрическое пространство, сходимость последовательности: сходимость поточечная и по метрике, ограниченное, вполне ограниченное множество, плотное множество, сепарабельность, непрерывное отображение, принцип сжимающих отображений.</p>
<p>ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач</p>	<p>Нормированные пространства и линейные непрерывные отображения Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>норма, нормированное пространство, банахово пространство, линейный непрерывный оператор, норма оператора, резольвента, ряд Неймана для резольвенты, спектр, резольвентное множество, спектральный радиус</p>
<p>ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач</p>	<p>Гильбертовы пространства и унитарные операторы Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>скалярное произведение, норма, согласованная со скалярным произведением, равенство параллелограмма, гильбертово пространство, унитарный оператор, ортогональность векторов, ортогональное дополнение, разложение пространства на прямую сумму двух подпространств, неравенство Коши-Буняковского, теорема о проекции, равенство Парсеваля, проекция вектора на подпространство, отрезок ряда Фурье, сопряженный оператор, норма сопряженного оператора, спектр сопряженного оператора, ядро сопряженного оператора, свойства сопряженного оператора</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ИКМ Итоговое контрольное мероприятие	метрические пространства: метрика, сходимость последовательности, сжимающее отображение, норма, свойства нормы, норма л.н.о., обратный оператор, резольвента, спектр, резольвентное множество, сопряженный оператор

Спецификация мероприятий текущего контроля

Метрические пространства и непрерывные отображения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
определить свойства множества в метрическом пространстве	4
определить, сходится ли последовательность в м.п.	4
определить, является ли отображение сжимающим, если да, найти неподвижную точку	4
определить, является ли множество предкомпактным в $C[a,b]$	4
определить, является ли отображение непрерывным	4

Нормированные пространства и линейные непрерывные отображения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
вычислить норму вектора в различных нормированных пространствах	4
определить сходимость последовательности	4
найти обратный оператор и определить его норму	4
найти резольвенту и спектр л.н.о	4
найти норму л.н.о	4

Гильбертовы пространства и унитарные операторы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы

исследовать интегральное уравнение	15
найти норму л.н.функционала	1
найти расстояние от вектора до ортогонального дополнения	1
найти расстояние от вектора до замкнутого подпространства	1
вычислить скалярное произведение	1
определить ортонормированность системы векторов	1

ИКМ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
описать свойства оператора	10
построить систему логического вывода	5
указать свойства объекта функционального анализа	5