

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Еленский Юрий Наполеонович
Шилина Алла Владимировна**

Рабочая программа дисциплины
КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
Код УМК 59549

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 базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.03** Механика и математическое моделирование
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:

01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	5,6
Объем дисциплины (з.е.)	6
Объем дисциплины (ак.час.)	216
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	84
Проведение лекционных занятий	42
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	132
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (7)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (5 триместр) Экзамен (6 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Комплексный и функциональный анализ. Первый триместр

В первом триместре изучения дисциплины рассматриваются основные понятия и методы теории функций комплексного переменного.

Геометрия комплексной плоскости

комплексные числа, представление комплексного числа на плоскости, модуль и аргумент, тригонометрическая и показательные формы к.ч., множества на комплексной плоскости

Функции комплексного переменного

Комплексная плоскость. Комплексные числа и действия над ними. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Геометрия комплексной плоскости. Топология комплексной плоскости. Пути и кривые. Области. Понятие функции комплексного переменного. Действительная и мнимая части функций. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность. Основные элементарные функции комплексного переменного.

Дифференцирование функций комплексного переменного

Понятие дифференцируемости функций комплексного переменного. Производная. Дифференциал. Условия дифференцируемости (условия Коши-Римана). Голоморфность. Гармонические функции. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформные отображения.

Интегрирование функций комплексного переменного

Понятие интеграла от функции комплексного переменного. Способы вычисления. Свойства интеграла от комплексных функций. Первообразная. Теорема Коши. Интегральная формула Коши.

Ряды

Функциональные ряды. Понятие сходимости. Представление функций в виде суммы сходящегося степенного ряда. Ряды Тейлора. Формула Коши-Адамара. Область сходимости степенного ряда. Свойства голоморфных функций, связанные с рядами. Ряды Лорана. Ряды Фурье. Изолированные особые точки. Классификация особых точек.

Вычеты

Понятие вычета. Теорема Коши о вычетах. Вычисление вычетов в изолированных особых точках. Вычисление интегралов с помощью теоремы Коши о вычетах. Приложение теоремы Коши о вычетах к вычислению несобственных интегралов.

Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие проводится с целью выяснить, насколько студент овладел основными понятиями и методами комплексного анализа. Проверяется знание основных понятий и связей между ними, основных теорем и доказательств, основных формул, их вывода и применения при решении конкретных задач.

Комплексный и функциональный анализ. Второй триместр

В первом триместре изучения дисциплины рассматриваются основные понятия и методы функционального анализа.

Линейные пространства

Понятие и примеры линейных пространств. Линейная зависимость. Подпространства. Фактор-пространства. Линейные функционалы. Геометрический смысл линейного функционала.

Нормированные пространства

Определение и примеры нормированных пространств. Понятие нормы. Подпространства нормированного пространства. Фактор-пространства нормированного пространства.

Гильбертовы пространства

Определение и примеры гильбертовых пространств. Понятие скалярного произведения. Ортогональность. Ортогональные системы. Понятие и метод нахождения ближайшего элемента

Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие проводится с целью выяснить, насколько студент овладел основными понятиями и методами функционального анализа. Проверяется знание основных понятий и связей между ними, некоторых методов решения конкретных задач.

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. Шабат Б. В. Введение в комплексный анализ: учебное пособие для студентов механико-математических факультетов университетов/Б. В. Шабат.-Москва:Наука,1969.-576.

Дополнительная:

1. 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>

2. 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

3. Теория функций комплексного переменного. Пер. с рум./С. Стоилов. Т.1. Основные понятия и принципы. -М.:Иностр. лит., 1962.-364

4. 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>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/complex.htm> EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/complex.htm> EqWorld
https://www.mathburo.ru/ex_ma.php?p1=matfkp Mathburo
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld
https://www.mathburo.ru/ex_ma.php?p1=mafa Mathburo
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld

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: Электронное методическое пособие, разработанное авторами УМК, электронный учебник по курсу.

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

Лекционная аудитория: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Аудитория для практических занятий и текущего контроля.

Проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Групповые (индивидуальные) консультации: меловая (и) или маркерная доска.

Аудитория для самостоятельной работы - помещения Научной библиотеки ПГНИУ: компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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 и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности. ЗНАТЬ: комплексные числа, модуль и аргумент комплексных чисел УМЕТЬ: проводить действия с комплексными числами, находить модуль и аргумент комплексного числа, определять множество на плоскости</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач письменной работы составляет менее 41%.</p> <p align="center">Удовлетворительн Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач письменной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p align="center">Хорошо Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства ФКП. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач письменной работы составляет от 60% до 79%</p> <p align="center">Отлично Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач письменной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов</p>	<p>ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО ЗНАТЬ: Определение ФКП, основные алгебраические и геометрические свойства ФКП.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>УМЕТЬ: выполнять основные умения по данному разделу.</p>	<p>Удовлетворительн Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p>Хорошо Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства ФКП. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p>Отлично Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в</p>	<p>ЗНАТЬ: Основные особенности дифференцируемости ФКП, понятие аналитической(голоморфной) функции, свойства аналитических функций, их связь с гармоническими функциями, их приложения для решения различных задач. УМЕТЬ: решать основные задачи по тематике раздела.</p>	<p>Неудовлетворител Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p>Удовлетворительн Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
будущей профессиональной деятельности		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Интегрирование ФКП ЗНАТЬ: Особенности интегрирования ФКП. особенности интегрирования аналитических функций. Интегральную теорему КОШИ, интегральную формулу КОШИ. УМЕТЬ: решать задачи по тематике данного раздела.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Теория вычетов: ЗНАТЬ: определение и способы вычисления вычетов, приложения вычетов для вычисления интегралов. УМЕТЬ: вычислить вычет в указанной точке, вычислить интегралы с помощью вычетов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов</p>	<p>ЗНАТЬ: разложение функции в степенной ряд, определение свойств функции в изолированной особой точке с помощью ряда Лорана,</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>вычисление вычетов в точке, применение вычетов для вычисления интегралов УМЕТЬ: разложить функцию в ряд Лорана, определить характеристики точки и свойства функции в этой точке, вычислить вычет, вычислить интеграл с помощью вычетов</p>	<p>Удовлетворительн Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p>Хорошо Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p>Отлично Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в</p>	<p>ЗНАТЬ: Понятие функционального пространства, основные понятия линейных пространств и линейных операторов УМЕТЬ: исследовать свойства множеств в линейных пространствах, исследовать свойства линейных операторов, выполнять исследования линейных уравнений</p>	<p>Неудовлетворител Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p>Удовлетворительн Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p>Хорошо Владеет понятийным аппаратом раздела,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
будущей профессиональной деятельности		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>ФАН: НОРМИРОВАННЫЕ ПРОСТРАНСТВА ЗНАТЬ: основные понятия: норма, связь нормы и метрики, определение банаховых пространств, спектр, резольвента, норма линейного непрерывного отображения, основные утверждения раздела. УМЕТЬ: решать задачи текущего модуля: вычислить норму вектора, вычислить норму л.н.о, найти резольвенту и спектр л.н.о., исследовать интегральное уравнение, найти резольвенту с помощью ряда Неймана, исследовать последовательность на сходимость в различных нормированных пространствах</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом раздела НОРМИРОВАННЫЕ ПРОСТРАНСТВА. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>ФАН: ГИЛЬБЕРТОВЫ ПРОСТРАНСТВА ЗНАТЬ: Основные понятия модуля, основные утверждения в данной категории. УМЕТЬ: решать задачи по данному разделу, исследовать операторное уравнение, определять условие разрешимости.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом раздела. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет менее 41%.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знаком с основными понятиями раздела. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 41 % до 59%.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями.. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. При решении задач лабораторной работы допускает арифметические ошибки. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет от 60% до 79%</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом раздела. знает основные утверждения, связывающие понятия данного раздела. Овладел основными умениями раздела. Умеет решать поставленные задачи по тематике раздела. Процент правильно решенных задач лабораторной работы составляет не менее 80%</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов</p>	<p>способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знаком с понятийным аппаратом курса. Не умеет решать задачи по данной тематике. Процент правильно решенных задач итогового контроля составляет менее 41%.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности ЗНАТЬ: основные понятия курса, УМЕТЬ: вычислить норму вектора, вычислить норму л.н.о, найти проекцию вектора на подпространство с помощью отрезка ряда Фурье, найти норму линейного непрерывного функционала в гильбертовом пространстве, найти резольвенту и спектр л.н.о.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знаком с основными понятиями курса. При решении задач по данному модулю возникают трудности в выборе методов решения, в следствии чего решение задач содержит неверные посылки и следствия. Процент правильно решенных задач итогового контроля составляет от 41 % до 59%.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Владеет понятийным аппаратом курса, знает основные свойства и овладел необходимыми умениями. Умеет решать поставленные задачи по тематике курса. При решении задач итогового контроля допускает незначительные ошибки Процент правильно решенных задач итогового контроля составляет от 61% до 79%</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет понятийным аппаратом курса. знает основные утверждения, связывающие понятия данного курса. Овладел основными умениями курса. Умеет решать поставленные задачи по тематике курса. Процент правильно решенных задач итогового контроля составляет не менее 80%</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности	Геометрия комплексной плоскости Входное тестирование	повторение к.ч. модуль и аргумент комплексных чисел, расширенная комплексная плоскость, сфера Римана, бесконечно удалённая точка, топология комплексной плоскости
ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности	Функции комплексного переменного Письменное контрольное мероприятие	понятие ФКП, действительная и мнимая часть функции, свойства функций, трансцендентные уравнения

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Дифференцирование функций комплексного переменного Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>особенности комплексной дифференцируемости, голоморфность функции, алгебраические и геометрические свойства голоморфных функций, приложения производных для вычисления площадей и длин дуг</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Интегрирование функций комплексного переменного Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Понятие интеграла от функции комплексного переменного. Способы вычисления. Свойства интеграла от комплексных функций. Первообразная. Теорема Коши. Интегральная формула Коши.</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Вычеты Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Вычисление вычетов в изолированных особых точках. Вычисление интегралов с помощью теоремы Коши о вычетах. Приложение теоремы Коши о вычетах к вычислению несобственных интегралов.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Голоморфные функции, интегральные теоремы Коши, ряды Тейлора и Лорана, изолированные особые точки голоморфных функций, вычеты и их приложения.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Геометрия комплексной плоскости

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
Комплексное число: модуль и аргумент	3
Определить множество на плоскости	1
Извлечение корня	1
Деление и умножение К.Ч.	1
Возведение в степень	1

Функции комплексного переменного

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6.5**

Показатели оценивания	Баллы
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ФКП	10
ТЕСТ ПО КОМПЛЕКСНЫМ ЧИСЛАМ	7

Дифференцирование функций комплексного переменного

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6.5**

Показатели оценивания	Баллы
Лабораторная работа	15

Интегрирование функций комплексного переменного

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6.5**

Показатели оценивания	Баллы
Контрольная работа	15

Вычеты

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6.5**

Показатели оценивания	Баллы
Лабораторная работа	15

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

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

Проходной балл: **16.5**

Показатели оценивания	Баллы
задание 1	4
Задание 2	4
Задание 3	4
Задание 4	4
Задание 10	4
Задание 6	4
Задание 7	4
Задание 8	4
Задание 9	4
Задание 5	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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Линейные пространства Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Функциональные пространства, линейные пространства, линейная комбинация, линейная оболочка, базис, линейно независимая система, выпуклость. Линейные отображения, матрица линейного отображения.</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Нормированные пространства Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>норма, формулы для вычисления нормы в различных функциональных пространствах, связь нормы и метрики, сходимости в нормированных пространствах, свойства нормы, норма л.н.о., ограниченные и непрерывные операторы, спектр, резольвента л.н.о.</p>
<p>ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Гильбертовы пространства Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Полные нормированные пространства со скалярным произведением, унитарные операторы, спектр, резольвента, резольвентное множество.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.8 способность использовать базовые знания основных разделов дифференциальной геометрии и топологии, комплексного и функционального анализа, методов конечномерной оптимизации и вариационного исчисления, устойчивости движения, физики в будущей профессиональной деятельности	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	линейное пространство. линейное подпространство, линейная оболочка, линейный оператор, норма, сходимость по норме, сходимость поточечная, линейный непрерывный оператор, норма лно, теорема Рисса, банаховы пространства, резольвента, спектр лно, скалярное произведение. согласованное с нормой пространства, ортогональное дополнение, разложение пространства на прямую сумму, теорема о проекции, теорема об отрезке ряда Фурье, унитарные операторы.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Линейные пространства

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

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

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

Проходной балл: **8.2**

Показатели оценивания	Баллы
Тест	10
Линейное уравнение	5
Задача	5

Нормированные пространства

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

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

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

Проходной балл: **8.2**

Показатели оценивания	Баллы
Тест	10
Линейное уравнение	5
Задача	5

Гильбертовы пространства

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

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

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

Проходной балл: **8.2**

Показатели оценивания	Баллы
Исследование интегрального уравнения	15
Задача	5

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
1 задание экзаменационной работы	4
2 задание экзаменационной работы	4
3 задание экзаменационной работы	4
4 задание экзаменационной работы	4
10 задание экзаменационной работы	4
6 задание экзаменационной работы	4
7 задание экзаменационной работы	4
8 задание экзаменационной работы	4
9 задание экзаменационной работы	4
5 задание экзаменационной работы	4