

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Физико-математический институт

Авторы-составители: **Ширина Алла Владимировна
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
Код УМК 101730

Утверждено
Протокол №1
от «19» июня 2024 г.

Пермь, 2024

1. Наименование дисциплины

Функциональный анализ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.04** Прикладная математика

направленность Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Функциональный анализ** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.04 Прикладная математика (направленность : Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)

ОПК.1 Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике

Индикаторы

ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности

ПК.1 Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикаторы

ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований

ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика (направленность: Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (3) Письменное контрольное мероприятие (9)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (6 триместр)

Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
5 триместр	144	14	0	28	66
Функциональный анализ.	144	14	0	28	66
Входное контрольное мероприятие	2	0	0	2	0
ИЗМЕРИМЫЕ ФУНКЦИИ	22	2	0	4	8
МЕРА	24	2	0	6	10
ИНТЕГРАЛ ЛЕБЕГА	22	2	0	4	8
СОПРЯЖЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО	26	2	0	6	10
СПЕКТР И РЕЗОЛВЕНТА	24	2	0	4	10

АЛЬТЕРНАТИВА ФРЕДГОЛЬМА	16	2	0	2	8
Итоговое КМ(экзамен)	10	2	0	0	12

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Функциональный анализ.

Функциональный анализ – это один математики, которому уделяется большое внимание в образовательных программах ведущих мировых университетов. По своему содержанию функциональный анализ тесно связан с математическим анализом, геометрией и алгеброй, вычислительной математикой и другими важными разделами математики. Методы функционального анализа находят широкое приложение при изучении физических, социально-экономических финансовых процессов. Для успешного усвоения курса необходимы математического анализа, алгебры и геометрии.

В процессе изучения дисциплины студенты должны ознакомиться с основными понятиями функционального анализа, функционального анализа, необходимые для использования в других математических дисциплинах; математические профессиональных задач, уметь применять математические методы при решении профессиональных задач, овладеть математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности. По окончании курса студенты должны быть способны применять изученные методы в собственных исследованиях интерпретировать полученные результаты. Темы для изучения во втором триместре включают в себя изучение теории меры и интеграла Лебега, а также сопряжённое пространство, слабая сходимость функционалов, спектральная теория операторов.

Входное контрольное мероприятие

входной контроль основан на знании элементов теории множеств Теория множеств как математическая дисциплина создана Кантором¹. Теория множеств стала основой многих разделов математики — общей топологии, общей алгебры, функционального анализа и оказала существенное влияние на современное понимание предмета математики. В первой половине XX века теоретико-множественный подход был привнесён и во многие традиционные разделы математики

ИЗМЕРИМЫЕ ФУНКЦИИ

Модуль Измеримые функции: определение сигма-алгебры, измеримого множества, измеримых функций, связь сигма алгебр и отображений.

При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

МЕРА

Рассматриваются понятия абстрактной меры, внешней меры, меры Лебега, вводится понятие свойства "почти всюду"

При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

ИНТЕГРАЛ ЛЕБЕГА

Тема модуля: интеграл Лебега и его свойства,

При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

СОПРЯЖЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО

Пространство линейных непрерывных функционалов и его свойства

При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

СПЕКТР И РЕЗОЛЬВЕНТА

Рассматриваются свойства спектра и резольвенты линейного непрерывного оператора
При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

АЛЬТЕРНАТИВА ФРЕДГОЛЬМА

Решение и исследование уравнений с помощью альтернативы Фредгольма
При завершении модуля пишется письменная КТ, для дополнительных баллов можно рассмотреть задачи по этому модулю.

Итоговое КМ(экзамен)

Итоговый контроль пишется по всем модулям курса, состоит из задач по изученным модулям

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 аудиторные 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. Глазырина, П. Ю. Функциональный анализ. Типовые задачи : учебное пособие / П. Ю. Глазырина, М. В. Дейкалова, Л. Ф. Коркина. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 216 с. — ISBN 978-5-7996-1771-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66213.html>
2. Треногин В. А., Писаревский Б. М., Соболева Т. С. Задачи и упражнения по функциональному анализу: учебное пособие для студентов университетов, обучающихся по специальности "Математика" и "Прикладная математика"/ В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева.- Москва: Физматлит, 2002, ISBN 5-9221-0271-0.-240.-Библиогр.: с. 233-234
3. Богачев В. И., Смолянов О. Г. Действительный и функциональный анализ: университетский курс/ В. И. Богачев, О. Г. Смолянов.- Москва: Институт компьютерных исследований, 2009, ISBN 978-5-93972-742-6.-724.
4. 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
5. Дерр В. Я. Функциональный анализ/ В. Я. Дерр.- Москва: Юрайт, 2012, ISBN 978-5-9916-1448-1.-464.- Библиогр.: с. 460-461
6. Треногин В. А. Функциональный анализ: учебник/ В. А. Треногин.- Москва: Физматлит, 2002, ISBN 5-9221-0272-9.-488.-Библиогр.: с. 482

Дополнительная:

1. Очан Ю. С. Сборник задач по математическому анализу. Общая теория множеств и функций: учебное пособие/ Ю. С. Очан ; ред. М. Ф. Бокштейн.- Москва: Просвещение, 1981.-271.
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. Кириллов А. А., Гвишиани А. Д. Теоремы и задачи функционального анализа: учебное пособие для вузов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика"/ А. А. Кириллов, А. Д. Гвишиани.- Москва: Наука, 1988, ISBN 5-02-013797-9.-3961.-Библиогр.: с. 385-388. - Предм. указ.: с. 392-397
4. Рудин У. Функциональный анализ: учебник для вузов/ У. Рудин ; пер. с англ. В. Я. Лина ; под ред. Е. А. Горина.- Санкт-Петербург: Лань, 2005, ISBN 5-8114-0611-8.-4433.-Библиогр.: с. 430-432
5. Богачев В. И., Смолянов О. Г. Действительный и функциональный анализ: университетский курс/ В. И. Богачев, О. Г. Смолянов.- Москва: Институт компьютерных исследований, 2009, ISBN 978-5-93972-742-6.-724.
6. Осиленкер, Б. П. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебно-практическое пособие / Б. П. Осиленкер. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 132 с. — ISBN 978-5-7264-1186-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60819.html>
7. Очан Ю. С. Сборник задач и теорем по теории функций действительного переменного: учебное

пособие для педагогических институтов/Ю. С. Очан.-Москва:Просвещение,1965.-231.

Директор библиотеки _____ (С.Н.Соларева)

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613> Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428727> Крепкогорский, В.Л. Функциональный анализ: учебное пособие

<http://znanium.com/go.php?id=556115> Ревина С. В. Функциональный анализ в примерах и задачах

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> EqWorld

<https://www.mathedu.ru/> MathEdu

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

Образовательный процесс по дисциплине **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».

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: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

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

Для групповых (индивидуальных) консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, ноутбуком/компьютером, меловой (и) или маркерной доской, проектором, экраном.

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
Функциональный анализ**

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

ОПК.1

Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p>ЗНАТЬ: понятия и теоремы функционального анализа, которые могут использоваться для решения прикладных задач УМЕТЬ: применять фундаментальные знания из области функционального анализа для решения прикладных задач ВЛАДЕТЬ: методами функционального анализа для решения прикладных задач</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия функционального анализа, методы моделирования и решения прикладных задач</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает основные понятия функционального анализа. Слабо знает методы математического моделирования с помощью элементов функционального анализа. Плохо знает основные формулы функционального анализа. Демонстрирует частично сформированное умение производить расчеты в прикладных задачах.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает основные понятия функционального анализа, алгоритмы и методы математического моделирования для решения прикладных задач. Может производить расчеты в практических задачах. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчеты в практических заданиях.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные понятия функционального анализа, свободно применяет фундаментальные знания из функционального анализа для решения прикладных задач</p>

ПК.1

Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
----------------------------	------------------------------------	---

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>Знает понятие корректной постановки математической задачи, умеет математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>Неудовлетворительн Не знает понятие корректной постановки математической задачи, не умеет математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>Удовлетворительн Демонстрирует частично сформированное знание понятие корректной постановки математической задачи, частично сформированное умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>Хорошо Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы знание понятие корректной постановки математической задачи, сформированное, но содержащее пробелы умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>Отлично Демонстрирует сформированное знание понятие корректной постановки математической задачи, сформированное умение математически корректно формулировать проблемы научных и прикладных исследований</p>
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения дисциплины. УМЕТЬ: применять полученные знания для решения некоторых прикладных задач. ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом предмета.</p>	<p>Неудовлетворительн Не знает основные понятия и утверждения функционального анализа. Не знает основных формул. Нет навыков решения задач в стандартных постановках.</p> <p>Удовлетворительн Общие, но неструктурированные знания основных понятий и утверждений предмета. Демонстрирует владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с большим количеством недочетов. Демонстрирует частично сформированное умение решать задачи в стандартных постановках. Имеет представление о теории функционального анализа.</p> <p>Хорошо Владеет основным понятийным аппаратом функционального анализа. Демонстрирует в целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы, знания теоретических</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>основ функционального анализа. Демонстрирует владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с небольшими погрешностями при вычислениях. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент показывает сформированные систематические знания теоретических основ функционального анализа, а также умение применить их на практике. Показывает успешное применение навыков мыслительной деятельности. Демонстрирует способность контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания.</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 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входное контрольное мероприятие Входное тестирование	Основные понятия теории множеств: множества. операции над множествами, бинарные отношения, рефлексивные, транзитивные, симметричные, антисимметричные бинарные отношения. Отношения частичного порядка, отношения эквивалентности, фактор-множество, класс эквивалентности.
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований	ИЗМЕРИМЫЕ ФУНКЦИИ Письменное контрольное мероприятие	Сигма-алгебра, измеримые пространства, Измеримые функции. Свойства сигма-алгебр, связь сигма-алгебр с отображениями, критерий измеримости вещественных функций. примеры измеримых функций

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>МЕРА Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Мера, абстрактная мера, внешняя мера, мера Лебега, полная мера, свойство "почти всюду", эквивалентные функции, сходимость почти всюду, четыре типа сходимости и связь между ними,</p>
<p>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>ИНТЕГРАЛ ЛЕБЕГА Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>интеграл Лебега, суммируемые функции, свойства интеграла Лебега, теорема Рисса Фишера</p>
<p>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>СОПРЯЖЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>внешнее произведение, полунорма, слабая сходимость, сильная сходимость, сопряженное пространство, сопряженный оператор</p>
<p>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные</p>	<p>СПЕКТР И РЕЗОЛЬВЕНТА Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>спектр, резольвента л.н.о., резольвентное множество, компактный оператор, свойства компактного оператора, спектр компактного оператора, альтернатива Фредгольма</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований		
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований	Итоговое КМ(экзамен) Итоговое контрольное мероприятие	мера, сигма алгебра, измеримые множества, измеримые функции, интеграл Лебега, сопряженный оператор, компактный оператор

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входное контрольное мероприятие

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
1 задание	1
2 задание	1
5 задание	1
4 задание	1
3 задание	1

ИЗМЕРИМЫЕ ФУНКЦИИ

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.2**

Показатели оценивания	Баллы
1 задание	2

2 задание	2
5 задание	2
4 задание	2
3 задание	2

МЕРА

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.2**

Показатели оценивания	Баллы
6 задание	2
5 задание	2
задача на доказательство	2
3 задание	1
2 задание	1
1 задание	1
4 задание	1

ИНТЕГРАЛ ЛЕБЕГА

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.2**

Показатели оценивания	Баллы
доказать свойство интеграла Лебега	3
доказать свойство 3	3
вычислить интеграл Лебега от простой функции	2
вычислить интеграл Лебега от ограниченной функции	2

СОПРЯЖЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.2**

Показатели оценивания	Баллы
найти продолжение л.н.ф. при условии выполнения условий теоремы Хана- Банаха	2
исследовать на слабую и сильную сходимую	2
доказать свойство ортогональности	2
найти норму л.н.ф в г.п.	1
найти сопряженный оператор в н.п.	1
найти сопряженный оператор в г.п.	1
вычислить внешнее произведение	1

СПЕКТР И РЕЗОЛЬВЕНТА

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

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

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

Проходной балл: **8.4**

Показатели оценивания	Баллы
исследовать операторное уравнение с помощью альтернативы Фредгольма	5
найти спектр и резольвенту компактного оператора	3
найти спектр и резольвенту л.н.о	2

Итоговое КМ(экзамен)

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
Найти условие разрешимости интегрального уравнения	10
исследовать свойства оператора. Ответ обосновать	10
Разложить в ряд Неймана резольвенту оператора, найти спектральный радиус	6
Найти спектр и резольвенту оператора	5
Найти спектр компактного оператора	5
Привести пример элемента из сопряженного пространства	4