

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Еленский Юрий Наполеонович
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины
НЕЛИНЕЙНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
Код УМК 61533

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Нелинейный функциональный анализ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.01** Математика

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

01.03.01 Математика (направленность : Программа широкого профиля)

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

Направления подготовки	01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
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
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Нелинейный функциональный анализ. Первый семестр

Входной контроль

Знание понятий, утверждения и методов функционального анализа. Решение задач методами функционального анализа. Доказательство теорем функционального анализа.

Производная Фреше. Ряд Тейлора

Понятия производной Фреше, дифференциалов разных порядков, формулы Тейлора. Понятие ряда Тейлора. Свойства производной Фреше. Разложение нелинейного оператора в ряд Тейлора.

Экстремумы

Понятие локального экстремума вещественного функционала. Необходимые условия экстремума, достаточные условия экстремума. Нахождение точки локального экстремума функционала, определение их типа.

Итоговое контрольное мероприятие

Знать понятия нелинейного функционального анализа, формулировки и доказательства теорем, утверждений.

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. 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. Свешников А. Г., Альшин А. Б., Корпусов М. О. Нелинейный функциональный анализ и его приложения к уравнениям в частных производных/А. Г. Свешников, А. Б. Альшин, М. О. Корпусов.- Москва:Научный мир,2008, ISBN 978-5-91522-011-8.-400.-Библиогр.: с. 397-399
3. Данилин, А. Р. Функциональный анализ для магистрантов : учебное пособие / А. Р. Данилин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 192 с. — ISBN 978-5-7996-0961-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66614.html>
4. Крепкогорский, В. Л. Функциональный анализ : учебное пособие / В. Л. Крепкогорский. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 116 с. — ISBN 978-5-7882-1650-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62016.html>

Дополнительная:

1. Нелинейный анализ и нелинейные дифференциальные уравнения/Под ред. В. А. Треногина, А. Ф. Филиппова.-М.:Физматлит,2003, ISBN 5-9221-0301-6.-464.
2. Корпусов М. О., Свешников А. Г. Нелинейный функциональный анализ и математическое моделирование в физике:методы исследования нелинейных операторов/М. О. Корпусов, А. Г. Свешников.-Москва:URSS,2011, ISBN 978-5-396-00363-7.-480.-Библиогр.: с. 468-472

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

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

Образовательный процесс по дисциплине **Нелинейный 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
Нелинейный функциональный анализ**

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

ПК.1

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>ЗНАТЬ: классические и современные проблемы нелинейного функционального анализа</p> <p>УМЕТЬ: математически корректно сформулировать классические и современные проблемы нелинейного функционального анализа</p> <p>ВЛАДЕТЬ: понятиями, утверждениями и методами нелинейного функционального анализа</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не владеет понятиями, утверждениями и методами нелинейного функционального анализа; не может математически корректно сформулировать классические и современные проблемы нелинейного функционального анализа.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Владеет основными понятиями, утверждениями и методами нелинейного функционального анализа; может математически корректно сформулировать классические проблемы нелинейного функционального анализа.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Владеет основными понятиями, утверждениями и методами нелинейного функционального анализа; может математически корректно сформулировать классические и современные проблемы нелинейного функционального анализа; допускает незначительные ошибки.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Владеет основными понятиями, утверждениями и методами нелинейного функционального анализа; может математически корректно сформулировать классические и современные проблемы нелинейного функционального анализа; не допускает ошибок; может применить понятия, утверждения и методы нелинейного функционального анализа при математической постановке конкретных прикладных задач.</p>
<p>ПК.1.2 Решает</p>	<p>ЗНАТЬ: понятия, утверждения и методы нелинейного</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает понятия, утверждения и методы</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>функционального анализа</p> <p>УМЕТЬ: решать прикладные задачи методами нелинейного функционального анализа</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками выбора рациональных методов при решении прикладных задач</p>	<p>Неудовлетворител нелинейного функционального анализа; не может решать прикладные задачи методами нелинейного функционального анализа; не владеет навыками выбора рациональных методов при решении прикладных задач.</p> <p>Удовлетворительн Знает основные понятия, утверждения и методы нелинейного функционального анализа; может решать простейшие прикладные задачи методами нелинейного функционального анализа в условиях ограниченного выбора.</p> <p>Хорошо Знает основные понятия, утверждения и методы нелинейного функционального анализа; может решать простейшие прикладные задачи методами нелинейного функционального анализа в условиях ограниченного выбора; может обосновать выбор; допускает незначительные ошибки при решении задач.</p> <p>Отлично Знает основные понятия, утверждения и методы нелинейного функционального анализа; может решать сложные прикладные задачи методами нелинейного функционального анализа при условии многообразия выбора; может обосновать выбор; не допускает ошибок при решении задач.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : ПК Электив

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 (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Понятия, утверждения и методы функционального анализа. Решение задач.
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Контрольная работа №1 «Производная Фреше, Ряд Тейлора». Письменное контрольное мероприятие	Знать понятия производной Фреше, дифференциалов разных порядков, формулу Тейлора, понятие ряда Тейлора. Знать свойства производной Фреше, уметь раскладывать нелинейный оператор в ряд Тейлора
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Контрольная работа №2 «Экстремумы». Письменное контрольное мероприятие	Знать понятие локального экстремума вещественного функционала. Знать необходимые условия экстремума, достаточные условия экстремума. Уметь находить точки локального экстремума функционала, определять их тип.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знать понятия нелинейного функционального анализа, формулировки и доказательства теорем, утверждений

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
Решить задачу функционального анализа.	5
Сформулировать утверждение.	3
Сформулировать определение.	2

Контрольная работа №1 «Производная Фреше, Ряд Тейлора».

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет находить производную Фреше различных типов нелинейных операторов.	9
Знает свойства производной Фреше и умеет их применять для нахождения производной Фреше.	8
Умеет раскладывать оператор по формуле Тейлора и в ряд Тейлора.	8
Умеет находить дифференциалы Фреше любых порядков.	5

Контрольная работа №2 «Экстремумы».

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Умеет находить стационарные точки функционала.	9
Умеет исследовать функционалы различных типов на экстремум.	8
Знает необходимые условия локального экстремума функционала,	8
Знает достаточные условия экстремума функционала.	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: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает доказательства утверждений курса.	13
Умеет решать основные задачи курса.	10
Знает формулировки утверждений курса.	10
Знает определения понятий курса.	7