МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Нелинейный анализ

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика
Профиль подготовки: Методы математического моделирования
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): ассистент, б.с. Глазырина О.В. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики), glazyrina-olga@ya.ru ; Павлова Мария Филипповна

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области прикладной математики
ПК-1	Готовность к преподавательской деятельности и проведению учебно-производственного процесса по образовательным программам различного уровня и направленности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

Должен уметь:

применять общие принципы функционального анализа к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных приближенных методов, так и при построении моделей математической физики.

Должен владеть:

пониманием роли и места функционального анализа в современном математическом анализе, в вычислительной математике, в теории экстремальных задач и в экономико-математическом моделировании.

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать полученные знания в процессе подготовки к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальностям вычислительная математика.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Методы математического моделирования)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 34 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 34 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 74 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Неограниченные линейные операторы, основные понятия и определения. Спектральное разложение неограниченного самосопряженного оператора.	2	0	0	0	0	4	0	8
2.	Тема 2. Нелинейные операторы и функционалы в банаховых пространствах. Определения, основные свойства. Различные виды непрерывности операторов, связь между деминепрерывностью и хеминепрерывностью.	2	0	0	0	0	4	0	8
3.	Тема 3. Дифференциал и производная по Гато. Дифференциал и производная по Фреше. Связь между производными Гато и Фреше. Обобщенная формула Лагранжа и неравенство Липшица.	2	0	0	0	0	4	0	8
4.	Тема 4. Производная и градиент функционала. Дифференцируемость и градиент нормы. Основные свойства градиента нормы. Дифференцируемость по направлению и дифференцируемость по Шварцу.	2	0	0	0	0	4	0	8
5.	Тема 5. Потенциальные и монотонные потенциальные операторы. Примеры потенциальных и монотонных потенциальных операторов. Условия, обеспечивающие монотонность потенциальных операторов.	2	0	0	0	0	4	0	8
6.	Тема 6. Условия потенциальности операторов: условия потенциальности в интегральной форме, условия потенциальности в дифференциальной форме. Сведение некоторых уравнений к эквивалентным уравнениям с потенциальными операторами.	2	0	0	0	0	4	0	8
7.	Тема 7. Общие свойства потенциальных операторов. Усиленная непрерывность потенциальных операторов. Связь между полной и усиленной непрерывностью потенциальных операторов.	2	0	0	0	0	4	0	8
8.	Тема 8. Слабая полунепрерывность и непрерывность функционалов. Критерий слабой полунепрерывности функционалов. Условия слабой полунепрерывности выпуклых функционалов. Условия слабой полунепрерывности и выпуклости дифференцируемых функционалов. Примеры слабо полунепрерывных снизу функционалов.	2	0	0	0	0	4	0	8

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
9.	Тема 9. Задача минимизации функционала: экстремальные точки функционала, обобщенная теорема Вейерштрасса. Достаточные признаки безусловного минимума. Теорема об условном экстремуме. Примеры.	2	0	0	0	0	4	0	8
	Итого		0	0	0	0	36	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Неограниченные линейные операторы, основные понятия и определения. Спектральное разложение неограниченного самосопряженного оператора.

Цель данного занятия состоит в следующем: распространить полученные ранее для ограниченных линейных операторов результаты на класс неограниченных линейных операторов. При этом необходимо пояснить, какие сложности при этом возникают. Рассказать о спектральном разложении неограниченного самосопряженного оператора.

Тема 2. Нелинейные операторы и функционалы в банаховых пространствах. Определения, основные свойства. Различные виды непрерывности операторов, связь между деминепрерывностью и хеминепрерывностью.

Для нелинейных операторов, заданных в банаховых пространствах, определяются используемые в дальнейшем понятия: ограниченность, непрерывность, положительность, положительная определенность, коэрцитивность, монотонность, потенциальность. На примерах демонстрируется, какие операторы обладают тем или иным свойством.

Тема 3. Дифференциал и производная по Гато. Дифференциал и производная по Фреше. Связь между производными Гато и Фреше. Обобщенная формула Лагранжа и неравенство Липшица.

Для нелинейных операторов, заданных в банаховых пространствах, определяются дифференциалы и производные по Гато и Фреше. На примерах демонстрируется существование той или иной производной, показывается, что существование производной по Гато не гарантирует существование производной по Фреше. Формулируются условия, при которых из существования производной по Гато следует существование производной по Фреше.

Тема 4. Производная и градиент функционала. Дифференцируемость и градиент нормы. Основные свойства градиента нормы. Дифференцируемость по направлению и дифференцируемость по Шварцу.

Для нелинейных функционалов в банаховых пространствах вводятся понятия производной и градиента. Для одного из наиболее важных функционалов в банаховом пространстве - нормы - формулируются и обосновываются условия, при которых норма будет дифференцируема по Гато или Фреше. Вводятся также такие понятия, как дифференцируемость по направлению и дифференцируемость по Шварцу.

Тема 5. Потенциальные и монотонные потенциальные операторы. Примеры потенциальных и монотонных потенциальных операторов. Условия, обеспечивающие монотонность потенциальных операторов.

На данном занятии обсуждаются осгновные свойства потенциальности и монотонности нелинейного оператора. На конкретных примерах из функционального анализа студентам демонстрируется, какие из операторов этими свойствами обладают. Формулируется и доказывается критерий монотонности потенциального оператора.

Тема 6. Условия потенциальности операторов: условия потенциальности в интегральной форме, условия потенциальности в дифференциальной форме. Сведение некоторых уравнений к эквивалентным уравнениям с потенциальными операторами.

Занятие посвящено получению условий обеспечивающих потенциальность оператора. Получаются и обосновываются два вида условий: условия потенциальности в интегральной форме, условия потенциальности в дифференциальной форме. Обсуждается также методика, позволяющая сводить некоторые уравнения к эквивалентным уравнениям с потенциальными операторами.

Тема 7. Общие свойства потенциальных операторов. Усиленная непрерывность потенциальных операторов. Связь между полной и усиленной непрерывностью потенциальных операторов.

На занятии вводится новое понятие - усиленная непрерывность операторов. При различных предположениях на исходные данные формулируются необходимые и достаточные условия, обеспечивающие усиленную непрерывность оператора. Для рефлексивного банахова пространства формулируется и доказывается критерий усиленной непрерывности.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 8. Слабая полунепрерывность и непрерывность функционалов. Критерий слабой полунепрерывности функционалов. Условия слабой полунепрерывности выпуклых функционалов. Условия слабой полунепрерывности и выпуклости дифференцируемых функционалов. Примеры слабо полунепрерывных снизу функционалов.

На данном занятии определяется важное свойство слабой полунепрерывности функционала, формулируется и доказывается критерий слабой полунепрерывности функционалов. Выводятся условия слабой полунепрерывности выпуклых функционалов и условия слабой полунепрерывности и выпуклости дифференцируемых функционалов.

Тема 9. Задача минимизации функционала: экстремальные точки функционала, обобщенная теорема Вейерштрасса. Достаточные признаки безусловного минимума. Теорема об условном экстремуме. Примеры.

Обсуждается вопрос: всегда ли минимизирующая последовательность сходится к точке минимума функционала. Формулируются условия, обеспечивающие ограниченность и слабую сходимость минимизирующей последовательности. Вводится понятие корректности постановки задачи минимизации, главное условие которой - сильная сходимость минимизирующей последовательности.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Электрон. дан. Москва : Физматлит, 2009. 572 с. - https://e.lanbook.com/book/2206

Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2009. 272 с. - https://e.lanbook.com/book/245

Хелемский, А.Я. Лекции по функциональному анализу [Электронный ресурс]: учеб. Электрон. дан. Москва: МЦНМО, 2014. 560 с. - https://e.lanbook.com/book/56415

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины при выполнении лабораторной работы. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету и экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.
экзамен	При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамена, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. Кроме материала занятий рекомендуется использовать материалы из списка рекомендованной литературы

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе "Методы математического моделирования".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Нелинейный анализ

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика
Профиль подготовки: Методы математического моделирования
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1.Треногин, В. А. Функциональный анализ : учебник / В. А. Треногин. - 4-е, изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0804-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/59471 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Хелемский, А. Я. Лекции по функциональному анализу : учебник / А. Я. Хелемский. - 2-е изд. - Москва : МЦНМО, 2014. - 560 с. - ISBN 978-5-4439-2043-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/56415 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. - 7-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-0266-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2206 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. - 2-е изд.,стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 272 с. - ISBN 978-5-8114-0976-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/210290 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Павлов, Е. А. Основы функционального анализа : учебное пособие / Е. А. Павлов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 88 с. - ISBN 978-5-8114-3635-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/116362 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лебедев, В. И. Функциональный анализ и вычислительная математика : учебное пособие / В. И. Лебедев. - 4-е изд. перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 296 с. - ISBN 5-9221-0092-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2243 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебное пособие / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - 2-е изд., испр.и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 240 с. - ISBN 5-9221-0271-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2342 (дата обращения: 12.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Нелинейный анализ

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Методы математического моделирования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.