МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
_____
(подпись)
«26» 09 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимизации»

По направлению подготовки: 09.03.04 Программная инженерия

Профиль: Разработка программно-информационных систем

Северодонецк – 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы оптимизации» по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (профиль «Разработка программно-информационных систем») – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы оптимизации» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:
к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники «_05_» _сентября_ 2024 г., протокол №_1_.

Заведующий кафедрой ИТПЭ _____ В.Г. Чебан

Переутверждена: «____» _____ 20___г., протокол №___.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «_16_» _сентября_ 2024 г., протокол №_1_.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля» _____ Ю.В. Бородач

© Чебан В.Г., 2024 г.
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Дисциплина представляет собой изложение математического аппарата, помогающего анализировать, моделировать и решать задачи линейного и нелинейного программирования.

Цель изучения дисциплины – овладение студентами необходимыми теоретическими знаниями, методами и алгоритмами решения задач оптимизации.

Задачи: развитие логического и абстрактного мышления студентов; овладение студентами методами решения задач оптимизации; выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить анализ задач математического программирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации» входит часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: математический анализ; алгебра и геометрия, дискретная математика, теория вероятностей и математическая статистика.

Является основой для изучения следующих дисциплин: численные методы; математическое моделирование.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Методы оптимизации», должны

знать: теоретические основы линейного и нелинейного программирования; симплекс-метод решения задач линейного программирования; метод множителей Лагранжа; методы выпуклого программирования; методы решения параметрических задач оптимизации; основные методы численной оптимизации одномерных и многомерных задач математического программирования;

уметь: строить оптимизационные математические модели; использовать методы оптимизации для решения прикладных задач математического программирования; использовать численные методы в пакетах прикладных программ для решения задач технических вычислений; обращаться к информационным системам (Интернет, справочная и другая математическая литература) для пополнения и уточнения математических знаний.

владеть навыками: математическими понятиями и символами для выражения количественных и качественных отношений, методами оптимизации и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО):

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	**108 (3 з.е.)**	-	**108 (3 з.е.)**
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	56	-	12
Лекции	28	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	28	-	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	18	-	18
Самостоятельная работа студента (всего)	52	-	96
Форма аттестации	зачет	-	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение в оптимизацию.

Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. Общие свойства задач оптимизации. Основные математические понятия. Функции многих переменных. Необходимые условия экстремума функции многих переменных. Геометрическое истолкование задачи линейного программирования**.**

Тема 2. Методы линейного программирования

Формы математических моделей задач линейного программирования. Метод Жордана-Гаусса. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Теория двойственности линейного программирования. Двойственный симплекс-метод. Специальные задачи линейного программирования. Дробно-линейные задачи оптимизации.

Тема 3. Методы выпуклого программирования.

Выпуклые и вогнутые функции. Унимодальные функции. Условия оптимальности в выпуклом программировании. Необходимые и достаточные условия экстремума безусловной оптимизации. Квадратичное программирование.

Тема 4. Методы условной оптимизации.

Необходимые и достаточные условия безусловной оптимизации. Особенности методов условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Методы решения задач оптимизации с различными видами ограничений.

Тема 5. Численные методы нелинейной оптимизации.

Численные методы одномерной оптимизации. Общие принципы построения методов многомерной оптимизации. Методы нулевого порядка. Метод деформируемого многогранника. Метод сопряженных направлений. Методы первого и второго порядка. Градиентный метод. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона, квази-ньютоновский метод.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Тема 1.	Введение в оптимизацию.	6	1
Тема 2.	Методы линейного программирования	6	1
Тема 3.	Методы выпуклого программирования	6	1
Тема 4.	Методы условной оптимизации	6	1
Тема 5.	Численные методы нелинейной оптимизации	4	2
Итого:		**28**	**6**

4.4. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Тема 1.	Введение в оптимизацию.	6	1
Тема 2.	Методы линейного программирования	6	1
Тема 3.	Методы выпуклого программирования	6	1
Тема 4.	Методы условной оптимизации	6	1
Тема 5.	Численные методы нелинейной оптимизации	4	2
Итого:		**28**	**6**

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
Тема 1.	Введение в оптимизацию	Подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	10	20
Тема 2.	Методы линейного программирования	Подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	10	20
Тема 3.	Теория выпуклого программирования	Подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	10	20
Тема 4.	Методы безусловной и условной оптимизации	Подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	10	20
Тема 5.	Численные методы нелинейной оптимизации	Подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	12	16
Итого:			**52**	**96**

4.7. Курсовая работа. Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Аттетков А.В., Введение в методы оптимизации : учеб. пособие/ А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М. : Финансы и статистика, 2011. - 272 с. - ISBN 978-5-279-03251-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279032518.html (дата обращения: 01.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

2. Карманов В.Г., Математическое программирование : Учеб. пособие. / Карманов В.Г. - 5-е изд., стереотип. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 264 с. - ISBN 5-9221-0170-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101706.html (дата обращения: 01.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

3. Розова В.Н., Методы оптимизации: Курс лекций : учеб. пособие / В.Н. Розова, И.С. Максимова. - М. : Издательство РУДН, 2010. - 109 с. - ISBN 9785-209-03872-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209038726.html (дата обращения: 01.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

4. Сухарев А.Г., Курс методов оптимизации : Учеб. Пособие. / Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В. - 2-е изд., - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-0559-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105590.html (дата обращения: 01.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Аоки М. Введение в методы оптимизации [Текст] / М. Аоки ; пер. с англ. Э. Б. Дубро; под ред. Б. Т. Поляка. - М. : Наука, 1977. - 344 с.

2. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс [Текст] / Б. Банди ; пер. с англ. О. В. Шихеевой ; под ред. В. А. Волынского. - М. : Радио и связь, 1988. - 128 с.

3. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач [Текст] : учеб. пособие / Ф. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1988. - 552 с.

4. Деордица Ю. С. Исследование операций в планировании и управлении [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Деордица, Ю. М. Нефедов. - К. : Выща школа, 1991. - 270 с.

5. Деордица Ю. С. Математическое программирование [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Деордица. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2002. - 140 с.

6. Зайченко Ю. П. Исследование операций: Нечеткая оптимизация [Текст] : учеб. пособие / Ю. П. Зайченко. - К. : Вища школа, 1991. - 191 с.

7. Пантелеев А.В., Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова - М. : Логос, 2017. - 424 с. (Новая университетская библиотека) - ISBN 978-5-98704540-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045404.html (дата обращения: 01.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

8. Сергиенко И. В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации [Текст] : [монография] / И. В. Сергиенко. - 2-е изд., перераб. и доп. - К. : Наук. думка, 1988. - 472 с.

в) методические указания:

1. Нефедов Ю. М. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Нефедов. - 2-е изд., испр. и доп. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 245 с.

2. Нефедов Ю.М. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине "Методы оптимизации и исследование операций", часть 2 "Дискретная и нелинейная оптимизация" для студентов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика". - Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018. - 61 с.

3. Нефедов Ю.М. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине "Методы оптимизации и исследование операций", часть 1 "Линейная оптимизация" для студентов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика". - Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2017. - 49 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – http://минобрнауки.рф

2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – http://www.mnr.gov.ru

3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки –

http://obrnadzor.gov.ru

4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – https://minobr.su

5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – https://www.mprlnr.su

6. Народный совет Луганской Народной Республики – https://nslnr.su

7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – http://fgosvo.ru

8. Федеральный портал «Российское образование» – http://www.edu.ru

9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – http://window.edu.ru

10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – http://fcior.edu.ru

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – https://www.studmed.ru

3. Научная электронная библиотека eLIBRARI.RU» – http://elibrary.ru

4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – https://e.lanbook.com

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – http://biblio.dahluniver.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Методы оптимизации» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	**Бесплатное программное обеспечение**	**Ссылки**
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплейер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по учебной дисциплине

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Методы оптимизации»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Тема 1. Введение в оптимизацию	(5)
			Тема 2. Методы линейного программирования	(5)
			Тема 3. Методы выпуклого программирования	(5)
			Тема 4. Методы условной оптимизации	(5)
			Тема 5. Численные методы нелинейной оптимизации	(5)

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	УК-1	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы; индивидуальные задания; зачет

Вопросы для фронтальных и индивидуальных опросов:

Тема 1. Введение в оптимизацию.

1. В чем состоит математическая постановка экстремальной задачи?
2. По каким признакам классифицируются задачи математического программирования.
3. Сформулировать задачи линейного, нелинейного, квадратичного и дискретного программирования.
4. В каких случаях задача математического программирования не имеет определенного оптимального решения.
5. Определение многомерной функции. Построение вектора-градиента функции и матрицы вторых частных производных.
6. Дать определение локального и глобального экстремума.
7. Дать геометрическую интерпретацию задачи математического программирования.

Тема 2. Методы линейного программирования.

8. Сформулировать и привести пример задачи линейного программирования.
9. В чем заключается графоаналитический метод решения задачи линейного программирования?
10. Построить математическую модель задачи планирования оптимального ассортимента.
11. Построить математическую модель "диетической задачи".
12. Построить математическую модель транспортной задачи открытого и закрытого типа.

13. Какие существуют формы математической модели задачи линейного программирования и эквивалентные преобразования одной формы в другую.

14. Определить алгоритм метода Жордана-Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений.

15. Определить общее и базисное решения системы линейных алгебраических уравнений.

16. Привести пример преобразования однократного замещения.

17. Определение базисного решения и опорного плана в системе линейных алгебраических уравнений.

18. Что такое симплексное преобразование опорного плана. Привести пример.

19. Сформулировать основные шаги симплекс-метода.

20. Определить выпуклую комбинацию векторов в пространстве R^n.

21. Построить на примере симплекс-таблицу. Определить оценки оптимальности опорного плана.

22. В чем состоит признак оптимальности опорного плана в симплекстаблице?

23. В чем состоит признак неоднозначности оптимального решения в симплекс-таблице?

24. В каком случае применяются искусственные базисные переменные (М-задача)?

25. В чем состоит признак пустой области допустимых решений в симплекс-таблице.

26. Дать геометрическую интерпретацию симплексных преобразований.

27. В чем заключается модифицированная форма метода ЖорданаГаусса?

28. Как построить двойственную задачу по отношению к исходной задаче линейного программирования?

29. Как связаны оптимальные решения взаимодвойственных задач линейного программирования?

30. Как определить пары переменных исходной и двойственной задач линейного программирования?

31. Как преобразуется симплекс-таблица для совместного решения взаимодвойственных задач двойственным симплекс-методом?

32. Чем отличается двойственный симплекс- метод от простого симплексметода?

33. В чем заключается признак пустой области допустимых решений в двойственном симплекс-методе?

34. Построить транспортную задачу в табличной форме с определением потенциалов строк и столбцов.

35. Как построить оценочную матрицу и выбрать цикл пересчета в транспортной задаче?

36. Как решить транспортную задачу открытого типа?

37. Как классифицировать параметрические задачи линейного программирования?

38. Как применить двойственный симплекс-метод к параметрическим задачам?

39. Как свести дробно-линейную задачу к задаче линейного программирования?

Тема 3. Методы выпуклого программирования

40. Какое пространство называется n- мерным евклидовым пространством?

41. Как определяется норма вектора и расстояние между векторами в евклидовом пространстве R^n?

42. Как раскрывается определитель матрицы A порядка $(n \times n)$?

43. Дать определение квадратичной формы симметрической матрицы A порядка $(n \times n)$?

44. Дать определение унимодальной функции.

45. В чем состоит критерий Сильвестра положительной определенности квадратичной формы?

46. Что называется собственным вектором и собственным значением матрицы A порядка $(n \times n)$?

47. Свойства вектор-градиента многомерной дифференцируемой функции?

48. Дать определение матрицы Гессе и показать ее связь со вторым полным дифференциалом функции $f(x)$.

49. Необходимые и достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$.

50. Какая функция $f(x)$, $x \in R^n$ называется квадратичной и ее основные свойства?

Тема 4. Методы условной оптимизации.

51. На чем основаны необходимые и достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$.

52. Как проверить достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$ с помощью матрицы Гессе, раскрывая ее диагональные миноры?

53. Как проверить достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$ с помощью собственных значений матрицы Гессе?

54. Что называется функцией Лагранжа задачи нелинейного программирования с ограничениями равенствами?

55. Условия Куна-Таккера для определения стационарных точек функции Лагранжа в задаче с ограничениями неравенствами.

56. Как использовать условие дополняющей нежесткости при исследовании системы условий Куна-Таккера?

57. Условия Куна-Таккера для определения стационарных точек функции Лагранжа в задаче со смешанными ограничениями.

58. Как использовать полный дифференциал функции Лагранжа для исследования достаточных условий экстремума в задаче со смешанными ограничениями?

Тема 5. Численные методы нелинейной оптимизации.

59. Дать определение унимодальной функции $f(x)$, $x \in R$.

60. В чем заключается эвристический алгоритм Свенна для выбора интервала неопределенность для функции $f(x)$, $x \in R$?

61. Дать классификацию и общую характеристику одномерным численным методам оптимизации.

62. Как оценить погрешность точки минимума x^* функции $f(x)$, $x \in R$ в численном методе равномерного поиска?

63. Показать принцип метода деления отрезка пополам на примере одной итерации для функции $f(x)$, $x \in R$.

64. В чем принципиальное отличие метода деления отрезка и метода дихотомии для функции $f(x)$, $x \in R$?

65. На чем основан алгоритм метода золотого сечения для функции $f(x)$, $x \in R$?

66. На чем основан метод квадратичной аппроксимации Пауэлла для поиска точки минимума x^* функции $f(x)$, $x \in R$?

67. На каком принципе основан метод средней точки, как метод первого порядка, для $f(x)$, $x \in R$?

68. Выполнить одну итерацию методом Ньютона для функции $f(x)=x^2 - 8x + 12$ при $x_0=2$.

69. Пояснить общие принципы построения численных методов для функции

70. Дать классификацию и общую характеристику численным методам оптимизации для функции $f(x)$, $x \in R^n$.

71. На чем основан метод деформируемого многогранника для функции $f(x)$, $x \in R^n$.

72. Пояснить и привести пример сопряженных направлений относительно матрицы Гессе H порядка $(n \times n)$.

73. Каковы принципы построения методов первого порядка для функции $f(x)$, $x \in R^n$?

74. Как определяется направление поиска минимума в методе Ньютона для функции $f(x)$, $x \in R^n$?

75. В чем заключается особенность построения квазиньютоновского метода ДФП для минимизации функции $f(x)$, $x \in R^n$?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«фронтальный и индивидуальный опрос»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Контрольные работы:

Типовые варианты контрольных работ

Контрольная работа

Тема 2. Методы линейного программирования (Общая задача линейного программирования, двойственный симплекс-метод)

Оценка: задача 1 (2 балла – полное решение);

задача 2 (3 балла – полное решение).

Вариант № 1

Задача 1

Найти решение исходной задачи, используя решение, определенное графическим методом, двойственной задачи и утверждение теоремы 3 (о дополнительной нежесткости):

$$f(\mathrm{x}) = 2x_1 + 2x_2 + 13x_3 - 6x_4 \to \min;$$
$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \le -10, \\ -x_1 + x_2 - x_3 + x_4 \le -4, \end{cases}$$
$$x_j \ge 0, \ j = 1,\ldots,4.$$

Задача 2

Решить исходную задачу двойственным симплекс-методом в модифицированной форме и определить решение двойственной задачи, используя теорему о соответствии между переменными взаимодвойственных задач:

$$f(\mathrm{x}) = 5x_1 + 4x_2 \to \max;$$
$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \ge 4, \\ x_1 + x_2 \ge 6, \\ x_1 + x_2 \le 10, \end{cases}$$
$$x_1 \ge 0, \ x_2 \ge 0.$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Варианты индивидуальных заданий:

Вариант 1.

Задача 1.

Используя необходимые и достаточные условия экстремума определить наличие стационарной точки и ее тип следующей функции:

$$f(\mathrm{x}) = 2x_1^{\,2} + 2x_2^{\,2} + 3x_3^{\,2} + x_1x_2 + x_2x_3 + 2x_1x_3 - 10x_1 - 15x_2 - 8x_3$$

в евклидовом пространстве R^3.

Задача 2.

Используя метод исключения переменных и геометрические построения, найти решение следующей задачи линейной оптимизации:

$$f(\mathrm{x}) = 10x_2 - 3x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + x_3 \le 15 \\ 2x_1 + 5x_2 - 2x_3 \le 0 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = -3 \end{cases}$$

$$x_2 \ge 0, \quad x_3 \ge 0.$$

Задача 3.

Решить симплекс-методом. Построить решение графическим методом и сравнить с решением симплекс-методом.

$$f(\mathrm{x}) = 10x_1 + 12x_2 \to \max$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 7x_2 \le 30 \\ 3x_1 + 5x_2 \ge 12 \\ -2x_1 + 2x_2 \le 5 \end{cases}$$

$$x_2 \ge 0, \quad x_3 \ge 0.$$

Задача 4.

Решить транспортную задачу методом потенциалов. Для построения исходного опорного плана использовать правило минимальной стоимости.

Дано:

запасы $a_1 = 150;\ a_2 = 120;\ a_3 = 100;$

потребности $b_1 = 120;\ b_2 = 180;\ b_3 = 110;\ b_4 = 100.$

Тарифы перевозок единицы груза c_{ij} заданы следующей таблицей (матрицей):

$$C = \begin{pmatrix} 11 & 3 & 4 & 10 \\ 7 & 5 & 8 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 2 \end{pmatrix}.$$

Задача 5.

Двойственным симплекс-методом определить текущие допустимые решения и оптимальное решение исходной и двойственной задач линейного программирования.

Математическая модель имеет вид:

$$f(\mathrm{x}) = 4x_1 + 9x_2 \to \max$$
$$\begin{cases} -3x_1 + 4x_2 \geq 8 \\ 3x_1 - 2x_2 \geq 6 \\ -2x_1 - 3x_2 \geq -48 \end{cases}$$
$$x_1 \geq 0, \;\; x_2 \geq 0.$$

Задача 6.

Используя двойственный симплекс-метод, найти оптимальное решение параметрической задачи линейного программирования.

Проанализировать решения на концах интервалов параметра t . Математической модели имеет вид:

$$f(\mathrm{x},t) = (6-t)x_1 + (-4+t)x_2 \to \max$$
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq (6+t) \\ 2x_1 + 3x_2 \leq (36-t) \end{cases}$$
$$x_1 \geq 0, \;\; x_2 \geq 0$$
$$t \in [-40;\, 40].$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальные задания»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Правильно решены 90-100% заданий
Не зачтено	Правильно решены менее 90% заданий

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Типовые задания

Билет № 1

Оценка: задание 1 - 2 балла;

задание 2 - 3 балла.

1. Определение вектора-градиента многомерной функции. Основные свойства вектора-градиента. Привести пример.

2. Используя метод исключения переменных и геометрические построения, найти решение следующей задачи линейного программирования:

$$f(\mathrm{x}) = 10x_2 - 3x_3 \to \max,$$
$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + x_3 \le 15 \\ 2x_1 + 5x_2 - 2x_3 \le 0 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = -3 \end{cases}$$
$$x_2 \ge 0, \quad x_3 \ge 0.$$

Билет № 2

Оценка: задание 1 - 2 балла;

задание 2 - 3 балла.

1. Понятие локального и глобального экстремума функции одной переменной. Привести примеры.

2. Решить графическим методом. Изменить параметры целевой функции для получения неоднозначного максимума.

$$f(\mathrm{x}) = 10x_1 + 12x_2 \to \max,$$
$$\begin{cases} 4x_1 + 7x_2 \le 30 \\ 3x_1 + 5x_2 \ge 12 \\ -2x_1 + 2x_2 \le 5 \end{cases}$$
$$x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0.$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– 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 (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

– применение электронного обучения, 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 электронного обучения, 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;

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

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

– продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			