



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИиС
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Направление подготовки (специальность)
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Большие и открытые данные

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики
09.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПМии, канд. физ.-мат. наук  О.А. Торшина

Рецензент:
доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются:
применение методов численного анализа для задач отыскания экстремумов функций;
подготовка студентов к использованию знаний, умений и навыков в практической деятельности и систематическому повышению своего профессионального уровня.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы оптимизации входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Функциональный анализ

Математический анализ

Комплексный анализ

Численные методы

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная – преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы оптимизации» обучающийся должен обладать следующими

компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в областиматематических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 106,1 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Определение экстремума функций многих переменных								
1.1 Функция одной переменной. Условия экстремума.	7	2	2		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.2 Функция многих переменных. Относительный экстремум.		2	2/2И		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками Выполнение практических работ (решение задач)	Лабораторные работы Проверка ИДЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Метод множителей Лагранжа.		2	2/2И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками Выполнение практических работ (решение задач)	Лабораторные работы Проверка ИДЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

1.4 Градиентные методы		2	2/1И		6,1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с электронными учебниками. Составление таблиц	Лабораторные работы Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.5 Метод Ньютона.		2	2		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.6 Одномерный оптимальный поиск.		2	2		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		12	12/5И		44,1			
2. Линейное программирование								
2.1 О постановках задачи линейного программирования и её приложения.		2	2/2И		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.3
2.2 Графический метод решения задач линейного программирования.	7	2	2/2И		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.3 Транспортная задача.		2	4/2И		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.4 Симплекс- метод.		2	4/2И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

2.5 Двойственные задачи и методы.		2	2/2И		8	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с электронными учебниками Составление таблиц	Лабораторная работа Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		10	14/10И		38			
3. Теория экстремума в нелинейных задачах с ограничениями								
3.1 Выпуклые множества и конусы.	7	2	4/2И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Подбор и описание сайтов Интернет	Лабораторные работы Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.2 Выпуклые функции и опорные функционалы.		4	2/2И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.3 Условия экстремума в задачах нелинейного программирования.		4	2/1И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с электронными учебниками	Лабораторные работы Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.4 Дискретный принцип максимума.		4	2/2И		6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Лабораторные работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		14	10/7И		24			
Итого за семестр		36	36/22И		106,1		зачёт	
Итого по дисциплине		36	36/22И		106,1		зачет	

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины «Методы оптимизации» рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные работы и др.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных средств. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

В ходе проведения лабораторных работ предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

Текущий и промежуточный контроль осуществляется с использованием средств вычислительной техники.

2. Интерактивные технологии, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем. Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

В рамках дисциплины «Методы оптимизации» предусматривается 22 часа аудиторных занятий, проводимых в интерактивной форме.

3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, предполагающие организацию образовательного процесса, основанную на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Мы используем такие формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий как лекции-визуализации и практические занятия в форме презентации.

При проведении практических занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

4. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Методика, предлагаемая для изучения курса «Методы оптимизации» ориентирована на лекции проблемно-информационного характера, лабораторные работы поисково-исследовательского типа и подготовку презентаций.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС по реализации компетентностного подхода.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2023. - 270 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01037-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Бабенышев, С. В. Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2021. - 122 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912642> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Орёл, Е. Н. Динамическая оптимизация: поиск абсолютного экстремума : монография / Е. Н. Орёл, О. Е. Орёл. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 163 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-016233-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086464> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации : учебное пособие / О. А. Сдвижков. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2023. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036460> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2021. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469213> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Российская Государственная библиотека. Кataloги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерные классы. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проверки промежуточных и рубежных контролей.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Методы оптимизации» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает работу с компьютерными обучающими программами на лабораторно-практических занятиях.

Ко всем изучаемым разделам предлагаются контрольные вопросы, по которым проводится устный опрос.

Контрольные вопросы:

Раздел 1. Определение экстремума функций многих переменных

1. Область определения функции нескольких переменных (ФНП). График функции, линии и поверхности уровня.
2. Предел и непрерывность (ФНП) в точке.
3. Непрерывность ФНП в области. Свойства непрерывных ФНП.
4. Необходимое условие экстремума функции многих переменных.
5. Достаточное условие экстремума функции 2-х переменных.
6. Относительный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
7. Градиентные методы.
8. Одномерный оптимальный поиск.

Раздел 2. Линейное программирование

1. Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Примеры.
2. Различные формы записи ЗЛП. Переход от одной формы к другой.
3. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования.
4. Теорема о допустимой области ЗЛП. Теорема о множестве оптимальных планов ЗЛП.
5. Выпуклость множества допустимых решений. Существование базисных оптимальных решений.
6. Постановка транспортной задачи (ТЗ). Особенности ТЗ.
7. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Приведение открытой ТЗ к закрытой.
8. Теоремы о свойствах ТЗ. Вырожденные и невырожденные планы ТЗ.
9. Геометрический смысл симплекс-метода решения ЗЛП. Построение начального опорного плана в частном случае.
10. Симплекс-метод. Критерий оптимальности опорного плана в ЗЛП. Правило перехода к новому опорному плану.
11. Симплекс-таблица. Пересчет симплекс-таблиц.
12. Алгоритм симплекс-метода решения ЗЛП. Теорема о конечной сходимости симплекс-метода.
13. Экономическая интерпретация задачи, двойственной к задаче планирования производства. Двойственная задача для стандартной ЗЛП и алгоритм её формирования.
14. Основное неравенство теории двойственности. Достаточный признак оптимальности для пары взаимно двойственных задач.
15. Формулировка первой теоремы двойственности. Теорема об оптимальном плане двойственной задачи.
16. Вторая теорема двойственности. Третья теорема двойственности.
17. Двойственный симплекс-метод.

Раздел 3. Теория экстремума в нелинейных задачах с ограничениями

1. Выпуклые множества и конусы.
2. Дискретный принцип максимума. Постановка задачи.
3. Необходимые условия оптимальности. Принцип максимума.

4. Достаточные условия оптимальности.
5. Нахождение экстремалей. Различные виды уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления.
6. Достаточное условие существования экстремума функционала в простейшей задаче вариационного исчисления

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала, подготовки к лабораторно-практическим занятиям, выполнения индивидуальных заданий (составление таблиц, подбор и описание сайтов Интернет, выполнение ИДЗ)

Подготовка к лабораторно-практическим занятиям проводится в соответствии с заданиями, представленными на образовательном портале ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Индивидуальные задания:

составление таблиц – по темам «Градиентные методы», «Двойственные задачи и методы»;

подбор и описание сайтов Интернет – по теме «Выпуклые множества и конусы».

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

Задача 1

Написать обобщенную функцию Лагранжа для задачи поиска условного экстремума

функции $f(x) = x_1^2 + x_2^2$ на множестве

$$X = \{x \mid x_2^2 - x_1 + 3 = 0\},$$

заданном ограничением $g_1(x) = x_2^2 - x_1 + 3 = 0$.

Задача 2

Написать градиент $\nabla_x L(x, \lambda_0, \lambda)$ обобщенной функции Лагранжа для задачи поиска условного экстремума функции $f(x) = x_1^2 + x_2^2$ на множестве

$$X = \{x \mid x_2^2 - x_1 + 3 = 0\}, \text{ заданном ограничением } g_1(x) = x_2^2 - x_1 + 3 = 0.$$

Задача 3

Написать второй дифференциал $d^2 L(x, \lambda)$ классической функции Лагранжа для задачи поиска условного экстремума функции $f(x) = x_1^2 + x_2^2$ на

множестве $X = \{x \mid x_2^2 - x_1 + 3 = 0\}$, заданном ограничением

$$g_1(x) = x_2^2 - x_1 + 3 = 0.$$

Задача 4

Написать обобщенную функцию Лагранжа для задачи поиска условного экстремума функции $f(x) = x_1^2$ на множестве $X = \{x \mid x_2 + x_1 = 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0\}$.

Задача 5

Определить стационарную точку для функции

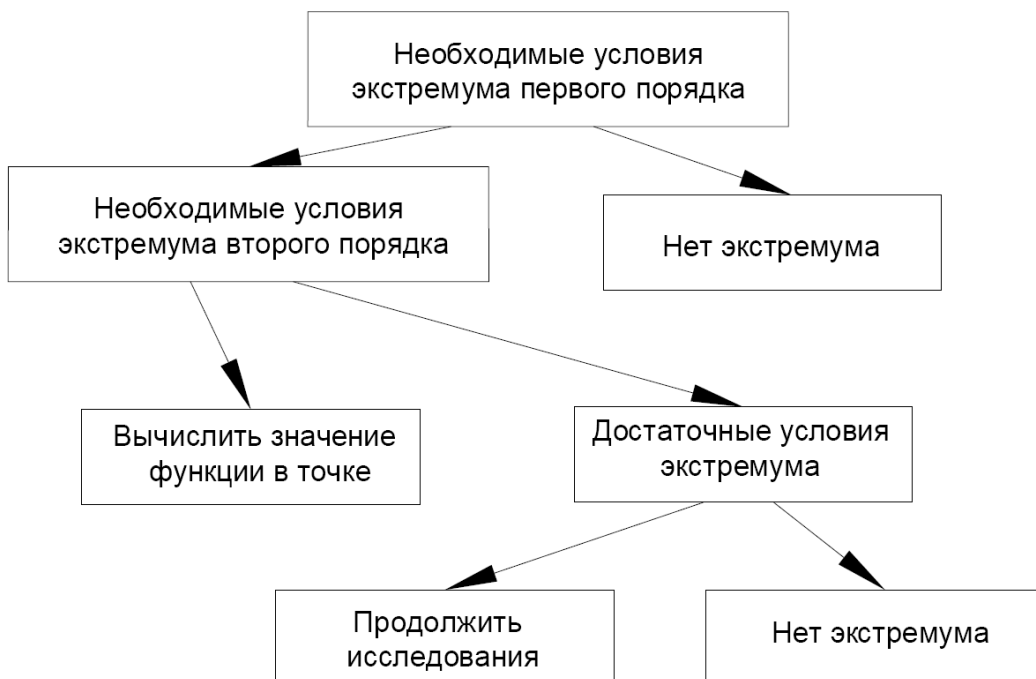
$$f(x) = 3 \cdot x_1^3 + x_2^2 - x_3^2 + x_1 \cdot x_3 - 3 \cdot x_1 - 6 \cdot x_2 + 2.$$

Задача 6

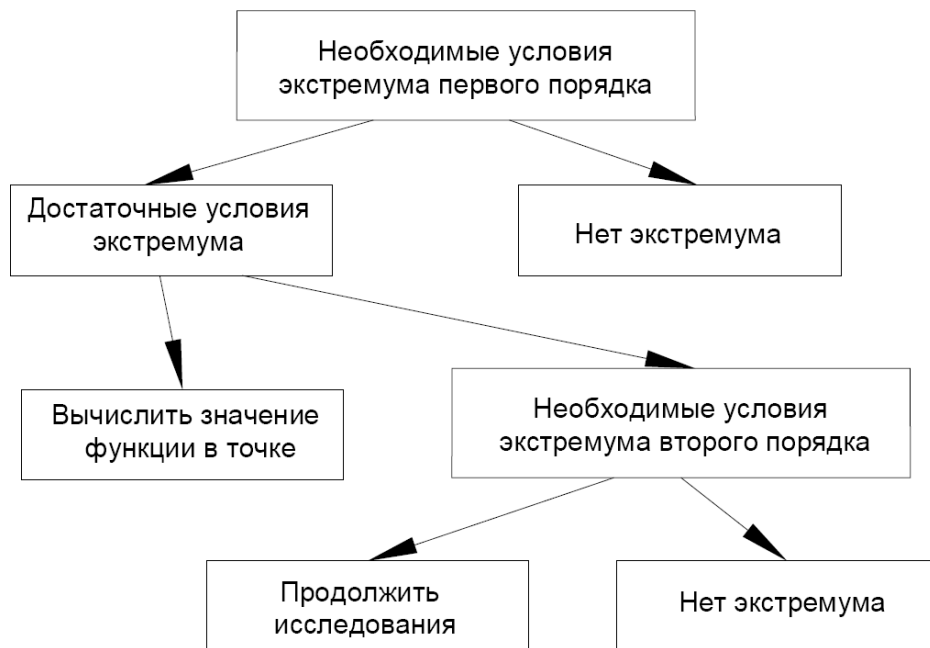
На каком рисунке приведен алгоритм нахождения экстремума функции нескольких переменных без ограничения аналитическим способом?



а)



б)



в)

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики	<p>Контрольный тест</p> <p>1. Задача, включающая целевую функцию f и функции Φ, входящие в ограничения, является задачей линейного программирования, если</p> <p>а) все Φ и f являются линейными функциями относительно своих аргументов</p> <p>б) все Φ являются линейными функциями относительно своих аргументов, а функция f – нелинейна</p> <p>в) функция f является линейной относительно своих аргументов, а функции Φ – нелинейны</p> <p>г) только часть функций Φ и функция f являются линейными относительно своих аргументов</p> <p>2. Множество всех допустимых решений системы задачи линейного программирования является</p> <p>а) выпуклым</p> <p>б) вогнутым</p> <p>в) одновременно выпуклым и вогнутым</p> <p>3. Симплексный метод решения задач линейного программирования включает:</p> <p>а) определение одного из допустимых базисных решений поставленной задачи (опорного плана)</p> <p>б) определение правила перехода к не худшему решению</p> <p>в) проверку оптимальности найденного решения</p> <p>г) определение одного из допустимых базисных решений поставленной задачи (опорного плана), определение правила перехода к не худшему решению, проверка оптимальности найденного решения</p>

4. Задача, процесс нахождения решения которой является многоэтапным, относится к задачам
- а) линейного программирования
 - б) теории игр
 - в) динамического программирования

5. Если в транспортной задаче объем запасов превышает объем потребностей, в рассмотрение вводят
- а) фиктивный пункт производства
 - б) фиктивный пункт потребления
 - в) изменения структуры не требуются

6. Выберите верный вариант. Если в прямой задаче, какое либо ограничение является неравенством, то в двойственной задаче соответствующая переменная:
- а) неотрицательна +
 - б) положительна
 - в) свободна от ограничений
 - г) отрицательная

7. Градиент обобщенной функции Лагранжа двух переменных в развернутом виде имеет вид:

<p>1.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial x_1^2} \\ \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial x_2^2} \end{pmatrix}$	<p>2.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial L(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial x_2} \end{pmatrix}$	<p>3.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_1^2} \\ \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_2^2} \end{pmatrix}$	<p>4.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial f(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f(x)}{\partial x_2} \\ \frac{\partial f(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f(x)}{\partial x_1} \end{pmatrix}$
<p>5.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_1^2} \\ \frac{\partial L^2(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_2^2} \end{pmatrix}$	<p>6.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_1} \\ \frac{\partial L(x, \lambda_0, \lambda)}{\partial \lambda_2} \end{pmatrix}$	<p>7.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L(x, \lambda)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial L(x, \lambda)}{\partial x_2} \end{pmatrix}$	<p>8.</p> $\begin{pmatrix} \frac{\partial L(x, \lambda_0)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial L(x, \lambda_0)}{\partial x_2} \end{pmatrix}$

8. Классифицировать ограничения

$$g_1(x) = -x_1 \leq 0, \quad g_2(x) = -x_2 \leq 0, \quad g_3(x) = -x_2 - (1-x_1)^3 \leq 0$$

для задачи поиска условного экстремума в точке

$$x^* = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

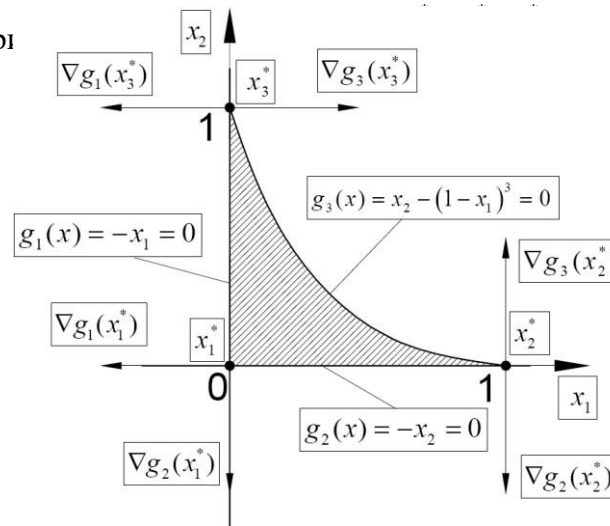
1. $g_1(x^*)$	2. $g_2(x^*)$	3. $g_3(x^*)$	4. Не имеет смысла
1.1. Активно	2.1. Активно	3.1. Активно	
1.2. Пассивно	2.2. Пассивно	3.2. Пассивно	

9. Ограничения

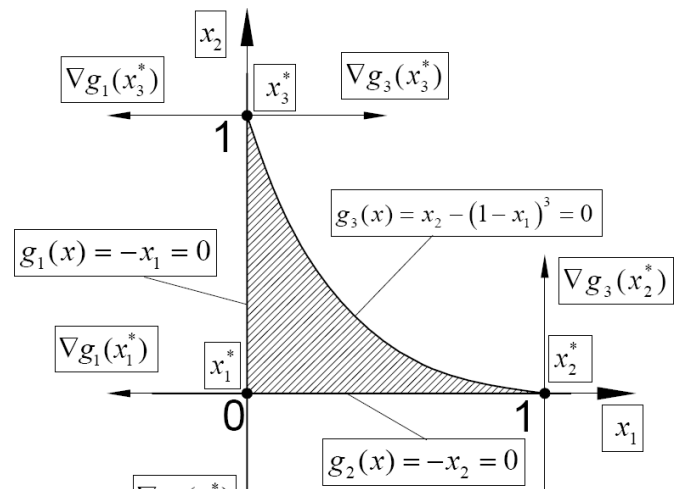
$$g_1(x) = -x_1 \leq 0, \quad g_2(x) = -x_2 \leq 0, \quad g_3(x) = -x_2 - (1-x_1)^3 \leq 0$$

(см. р1

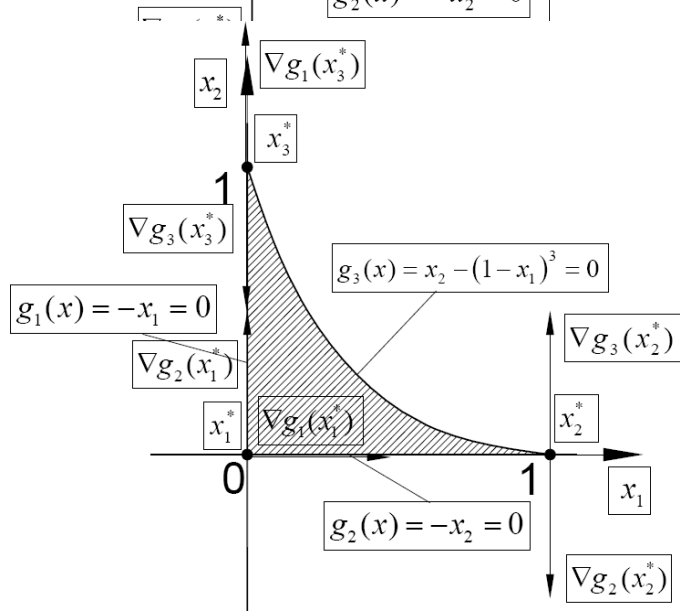
ограничения линейно НЕ зависимы?



a)



б)



в)

		<p>10. Какие выражения используются при проверке необходимых условий экстремума второго порядка для задачи поиска условного экстремума с ограничениями в виде неравенств если регулярная точка x^* является минимумом?</p> <table border="1" data-bbox="853 384 1706 802"> <tr> <td data-bbox="853 384 1059 469">1. $d^2L(x^*, \lambda^*) = 0$</td> <td data-bbox="1059 384 1384 469">2. $d^2L(x^*, \lambda^*) \leq 0$</td> <td data-bbox="1384 384 1706 469">3. $d^2L(x^*, \lambda^*) \geq 0$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="853 469 1059 603">4. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$</td> <td data-bbox="1059 469 1384 603">5. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* > 0$</td> <td data-bbox="1384 469 1706 603">6. $dg_j(x^*) > 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="853 603 1059 737">7. $dg_j(x^*) < 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* = 0$</td> <td data-bbox="1059 603 1384 737">8. $dg_j(x^*) > 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$</td> <td data-bbox="1384 603 1706 737">9. $dg_j(x^*) \leq 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="853 737 1059 802">10. Нет выражения</td> <td data-bbox="1059 737 1384 802"></td> <td data-bbox="1384 737 1706 802"></td> </tr> </table>	1. $d^2L(x^*, \lambda^*) = 0$	2. $d^2L(x^*, \lambda^*) \leq 0$	3. $d^2L(x^*, \lambda^*) \geq 0$	4. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$	5. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* > 0$	6. $dg_j(x^*) > 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$	7. $dg_j(x^*) < 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	8. $dg_j(x^*) > 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	9. $dg_j(x^*) \leq 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	10. Нет выражения		
1. $d^2L(x^*, \lambda^*) = 0$	2. $d^2L(x^*, \lambda^*) \leq 0$	3. $d^2L(x^*, \lambda^*) \geq 0$												
4. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$	5. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* > 0$	6. $dg_j(x^*) > 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$												
7. $dg_j(x^*) < 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	8. $dg_j(x^*) > 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	9. $dg_j(x^*) \leq 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$												
10. Нет выражения														
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Относительный экстремум. Метод множителей Лагранжа. 8. Градиентные методы. 9. Одномерный оптимальный поиск. 10. Задача линейного программирования. Примеры. 11. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. 12. Выпуклость множества допустимых решений. Существование базисных оптимальных решений. 13. Симплекс- метод 14. Теоремы двойственности в линейном программировании. Двойственный симплекс- метод. 15. Выпуклые множества и конусы. 16. Основное необходимое условие оптимальности. Уравнения Эйлера- Лагранжа. 17. Обобщённое правило множителей Лагранжа. 18. Теорема Куна- Таккера. 19. Дискретный принцип максимума. Постановка задачи. 20. Необходимые условия оптимальности. Принцип максимума. 21. Достаточные условия оптимальности. 												

		<p>22. Нахождение экстремалей. Различные виды уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления.</p> <p>23. Достаточное условие существования экстремума функционала в простейшей задаче вариационного исчисления</p>
ОПК-1.3	<p>Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Контрольный тест</p> <p>1. Градиентом обобщенной функции Лагранжа по x называется вектор, состоящий из ее _____ производных _____ порядка.</p> <p>2. Система векторов, содержащая нулевой вектор, всегда линейно _____.</p> <p>3. Для того, чтобы точка x^* являлась точкой локального максимума необходимо и достаточно, чтобы определители угловых миноров имели знаки:</p> <p>а) строго положительны б) не отрицательны в) чередующиеся, начиная с отрицательного г) чередующиеся, начиная с положительного д) строго отрицательны е) не положительны ж) не имеет значения</p> <p>4. Для того, чтобы точка x^* являлась точкой локального минимума необходимо и достаточно, чтобы определители угловых миноров имели знаки:</p> <p>а) строго положительны б) не отрицательны в) чередующиеся, начиная с отрицательного г) чередующиеся, начиная с положительного д) строго отрицательны е) не положительны ж) не имеет значения</p> <p>5. Если необходимые условия первого порядка для задачи поиска условного экстремума со смешанными ограничениями выполняются, то:</p> <p>а) исследования завершаются, и точка локального экстремума определена</p>

- б) необходимо провести дополнительные исследования
- в) стационарная точка является точкой перегиба
- г) стационарная точка не является точкой экстремума
- д) точка может быть условным локальным экстремумом, продолжить исследования
- е) вопрос не корректен

6. Найти экстремум функции $f(x)$ при выполнении ограничений $R_i(x) = a_i, \varphi(x) \leq b_j$, наложенных на параметры функции – это задача

- а) условной оптимизации
- б) линейного программирования
- в) безусловной оптимизации
- г) нелинейного программирования
- д) динамического программирования

7. Какие выражения используются при проверке достаточных условий экстремума второго порядка для задачи поиска условного экстремума с ограничениями в виде неравенств если регулярная точка x^* является точкой максимума?

1. $d^2L(x^*, \lambda^*) = 0$	2. $d^2L(x^*, \lambda^*) < 0$	3. $d^2L(x^*, \lambda^*) > 0$
4. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$	5. $dg_j(x^*) = 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* > 0$	6. $dg_j(x^*) > 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* < 0$
7. $dg_j(x^*) < 0,$ $j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	8. $dg_j(x^*) > 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$	9. $dg_j(x^*) \leq 0, j \in J_a, \lambda_j^* = 0$
10. Нет выражения		

8. Если достаточные условия экстремума второго порядка для задачи поиска условного экстремума со СМЕШАННЫМИ ограничениями выполняются в точке x^* надо:

1. Проверять необходимые условия	2. Проводить дополнительные исследования	3. Завершить исследования
4. Термин не корректен		

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы оптимизации» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме итогового тестирования. К итоговому тестированию допускаются только те студенты, которые отчитались по всем формам текущего контроля (лабораторные работы, устный опрос, текущее тестирование).

Перечень тем для подготовки к зачету:

24. Относительный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
25. Градиентные методы.
26. Одномерный оптимальный поиск.
27. Задача линейного программирования. Примеры.
28. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования.
29. Выпуклость множества допустимых решений. Существование базисных оптимальных решений.
30. Симплекс- метод
31. Теоремы двойственности в линейном программировании. Двойственный симплекс-метод.
32. Выпуклые множества и конусы.
33. Основное необходимое условие оптимальности. Уравнения Эйлера- Лагранжа.
34. Обобщённое правило множителей Лагранжа.
35. Теорема Куна- Таккера.
36. Дискретный принцип максимума. Постановка задачи.
37. Необходимые условия оптимальности. Принцип максимума.
38. Достаточные условия оптимальности.
39. Нахождение экстремалей. Различные виды уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления.
40. Достаточное условие существования экстремума функционала в простейшей задаче вариационного исчисления

Итоговое тестовое задание содержит 20 теоретических вопросов, каждый правильный ответ оценивается в 1 балл. Критерий оценивания итогового теста:

- 13-20 баллов – *зачтено*;
- менее 13 баллов – *не зачтено*.