

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
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Методы оптимизации

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Бизнес-информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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): доцент, к.н. (доцент) Кораблев А.И. (кафедра анализа данных и технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Anatol.Korablev@kpfu.ru

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
ПК-17	Способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

роль и место оптимизации в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, теорию материал основных разделов выпуклого анализа, основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

Должен уметь:

применять основные результаты теории и методов оптимизации к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

Должен владеть:

основным математическим аппаратом решения оптимизационных задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- формулировать экономические задачи в виде оптимизационных математических моделей;
- теоретически обосновывать применение математических методов решения оптимизационных задач;
- ориентироваться в программном обеспечении, используемом для анализа и решения задач оптимизации, иметь навыки использования пакетов аналитических вычислений;
- осуществлять концептуальный анализ получаемых результатов, делать практические выводы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 38.03.05 "Бизнес-информатика (Бизнес-информатика)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 4 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 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 54 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. История развития, место теории экстремальных задач среди математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая транспортная задача, задача о диете, задача о ранце, задача о назначениях, задача раскроя.	4	1	0	0	0	0	0	2
2.	Тема 2. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи ЗЛП: общая, симметричная, каноническая. Условия разрешимости.	4	1	0	2	0	0	0	2
3.	Тема 3. Графическое решение ЗЛП.	4	0	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки. Выпуклые конусы.	4	2	0	2	0	0	0	4
5.	Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Выпуклый многогранник. Свойства ВММ. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.	4	2	0	2	0	0	0	4
6.	Тема 6. Выпуклые и вогнутые функции. Примеры. Операции в классе выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.	4	2	0	4	0	0	0	6
7.	Тема 7. Задача выпуклого программирования (ЗВП), её формы. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.	4	2	0	2	0	0	0	6
8.	Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Условие Слейтера.	4	2	0	2	0	0	0	6
9.	Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании (ЛП). Взаимосопряженные симметричные ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Теорема двойственности.	4	2	0	4	0	0	0	6
10.	Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества.	4	2	0	4	0	0	0	6

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
11.	Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения ЗЛП. Теорема о конечности МПУП.	4	2	0	2	0	0	0	6
12.	Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.	4	2	0	2	0	0	0	6
13.	Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приведение неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП.	4	2	0	4	0	0	0	6
14.	Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ).	4	2	0	4	0	0	0	6
15.	Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ).	4	2	0	2	0	0	0	4
16.	Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Разрешимость ТЗ. Метод северо-западного угла для нахождения начального опорного плана. Двойственная задача к ТЗ. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана. Решение незамкнутых ТЗ.	4	2	0	4	0	0	0	2
17.	Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений.	4	1	0	0	0	0	0	4
18.	Тема 18. Покоординатный метод (ПМ).	4	1	0	2	0	0	0	4
19.	Тема 19. Градиентный метод (ГМ).	4	2	0	2	0	0	0	6
20.	Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ).	4	2	0	2	0	0	0	6
21.	Тема 21. Метод условного градиента (МУГ).	4	1	0	2	0	0	0	2
22.	Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ).	4	1	0	2	0	0	0	2
23.	Тема 23. Подготовка к экзамену	4	0	0	2	0	0	0	8
	Итого		36	0	54	0	0	0	108

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. История развития, место теории экстремальных задач среди математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая транспортная задача, задача о диете, задача о ранце, задача о назначениях, задача раскрыя.

Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрыя материалов. Построение математических моделей конкретных задач из перечисленных классов.

Тема 2. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи ЗЛП: общая, симметричная, каноническая. Условия разрешимости.

Задача линейного программирования (ЗЛП). Общая постановка ЗЛП. Понятия допустимого и оптимального решения ЗЛП. Симметричная и каноническая формы записи ЗЛП. Преобразование ЗЛП из одной формы записи в другую. Условия разрешимости ЗЛП. Основное свойство ЗЛП (теорема о существовании вершины, являющейся оптимальным решением ЗЛП).

Тема 3. Графическое решение ЗЛП.

Построение допустимого множества ЗЛП (в случае двух переменных) и линий уровня целевой функции, множества оптимальных решений. Графическая интерпретация двух случаев несуществования решений: 1) отсутствие допустимых решений (пустота допустимой области), 2) неограниченность целевой функции задачи на (неограниченном) допустимом множестве.

Тема 4. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки. Выпуклые конусы.

Основные определения: выпуклая комбинация двух (m) векторов, отрезок прямой в конечномерном пространстве, выпуклое множество. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки выпуклого множества. Соотношение понятий "граничная точка" и "крайняя точка множества". Выпуклые конусы.

Тема 5. Выпуклые многогранные множества (ВММ). Выпуклый многогранник. Свойства ВММ. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ.

Определения и геометрические иллюстрации понятий: "выпуклое многогранное множество (ВММ)" и "выпуклый многогранник". Свойства выпуклых многогранных множеств. Размерность многогранного множества. Грани многогранного множества. Ребра и вершины. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении ВММ и её геометрическая иллюстрация.

Тема 6. Выпуклые и вогнутые функции. Примеры. Операции в классе выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.

Выпуклые функции. Определения и геометрические иллюстрации выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.

Тема 7. Задача выпуклого программирования (ЗВП), её формы. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.

Постановка задачи выпуклого программирования (ЗВП) и её формы и свойства. Построение допустимого множества, линий уровня целевой функции ЗВП, множества оптимальных решений ЗВП. Условия разрешимости ЗВП. Графическая иллюстрация случаев существования и несуществования решений ЗВП (в случае двух переменных).

Тема 8. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Условие Слейтера.

Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Графическая иллюстрация понятий "функция Лагранжа ЗВП" и "седловая точка функции Лагранжа ЗВП". Условие Слейтера. Примеры множеств, удовлетворяющих и не удовлетворяющих условию Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

Тема 9. Элементы теории двойственности в линейном программировании (ЛП). Взаимосопряженные симметричные ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Теорема двойственности.

Основные понятия теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных задач линейного программирования (ЗЛП). Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности. Геометрические иллюстрации (для ЗЛП с двумя переменными и двумя ограничениями).

Тема 10. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества.

Основные понятия теории систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ, опорные планы и допустимые базисы СЛАУ. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы СЛАУ. Геометрический смысл понятия "опорный план" СЛАУ.

Тема 11. Метод последовательного улучшения плана (МПУП) решения ЗЛП. Теорема о конечности МПУП.

Концепция метода последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования (ЗЛП). Предварительные результаты для обоснования МПУП. Формулировка принципиальной схемы МПУП. Обоснование конечности метода ПУП. Проблемы вырожденности задачи и заикливания метода. Способ исключения возможности заикливания МПУП (антициклон).

Тема 12. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Формулы пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.

Симплексный метод (СМ) как численная реализация метода последовательного улучшения плана (МПУП) решения задачи линейного программирования (ЗЛП). Определение симплексной таблицы. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности текущего решения ЗЛП. Алгоритм СМ. Пример применения СМ. Решение ЗЛП при помощи СМ.

Тема 13. Решение неканонических ЗЛП. Приведение неканонических ЗЛП к канонической форме. Решение симметричной ЗЛП.

Возможные варианты нарушения канонической формы задачи линейного программирования (ЗЛП). Способы решения ЗЛП с помощью симплексного метода (СМ) в каждом из возможных случаев нарушения канонической формы. Дополнительные переменные ЗЛП, их экономический смысл (в задаче нахождения оптимального плана производства). Свойства полученного решения.

Тема 14. Метод искусственного базиса (МИБ).

Искусственные переменные. Метод искусственного базиса (МИБ) решения ЗЛП и условия его применения. Вспомогательная задача линейного программирования. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП, используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ. Решение ЗЛП при помощи МИБ.

Тема 15. Метод обратной матрицы (МОБ).

Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом. Решение задач ЛП при помощи МОБ.

Тема 16. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Разрешимость ТЗ. Метод северо-западного угла для нахождения начального опорного плана. Двойственная задача к ТЗ. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана. Решение незамкнутых ТЗ.

Экономический смысл транспортной модели. Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные. Изоморфизм транспортной модели.

Тема 17. Методы решения нелинейных экстремальных задач. Методы последовательных приближений.

Понятие итерационного процесса и итерационной последовательности решений нелинейной экстремальной задачи. Понятие сходимости процесса. Релаксационные, минимизирующие и сильно сходящиеся последовательности приближений. Полношаговые итерационные процессы. Геометрические иллюстрации итерационных процессов.

Тема 18. Покоординатный метод (ПМ).

Общая схема покоординатного метода (ПМ) решения задачи выпуклого программирования (ЗВП). Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов ПМ.

Тема 19. Градиентный метод (ГМ).

Понятие "антиградиент целевой функции (в точке)" как направление наискорейшего убывания функции (в заданной точке). Общая схема градиентного метода (ГМ). Полношаговый ГМ (метод наискорейшего спуска). Графическая интерпретация полношагового ГМ. Некоторые модификации ГМ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов ГМ.

Тема 20. Метод проекции градиента (МПГ).

Определение понятия проекции точки на множество и его графическая интерпретация. Существование и единственность проекции. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов МПГ.

Тема 21. Метод условного градиента (МУГ).

Общая схема метода условного градиента (МУГ) решения задачи выпуклого программирования (ЗВП). Вспомогательная задача и её свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. Признак оптимальности приближённого решения. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью различных вариантов МУГ.

Тема 22. Метод штрафных функций (МШФ).

Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Графическая иллюстрация штрафной функции. Общая схема метода штрафных функций (МШФ) решения задачи выпуклого программирования (ЗВП). Численно реализуемый алгоритм МШФ. Приближённое решение задач безусловной оптимизации с помощью МШФ.

Тема 23. Подготовка к экзамену

Повторение пройденного материала (работа с электронным курсом "Методы оптимизации" (<https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=808>), рекомендованной учебной литературой, просмотр анимированных иллюстраций понятий и теорем, изучаемых в данной дисциплине, участие в групповых и индивидуальных консультациях преподавателя), подготовка ответов на экзаменационные вопросы.

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 №14-55-99бин/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

Лесин, В.В., Лисовец, Ю.П. Основы методов оптимизации (электронный ресурс) - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=86017

Графические иллюстрации к курсу 'Методы оптимизации' - http://kek.ksu.ru/EOS/MO/!!!_All_Illustrations/index.html

Электронный курс 'Методы оптимизации' ('Теория и методы решения экстремальных задач') - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=808>

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)

World-Wide-Web for Operations Research and Management Science - <http://www.moshe-online.com/worms/>

Вавилов В.А., Змеев О.А., Змеева Е.Е. Исследование операций (электронное пособие) - <http://fmi.asf.ru/Library/Book/OperReserch/INDEX.html>

Задачи по исследованию операций - <http://allmath.ru/appliedmath/operations/problems-tgru/zadachi.htm>

команда в Teams "Методы оптимизации" -

<https://teams.microsoft.com/l/channel/19%3acafcea64700d4dc19a0b6671d8296aee%40thread.tacv2/%25D0%259E%25D0%25B1%25D>

Материалы к курсам "Теория экстремальных задач" и "Методы оптимизации" -

http://kek.ksu.ru/EOS/MO/index_d.html#tez

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В поддержку обучения по дисциплине 'Методы оптимизации' авторами Рабочей программы разработан одноимённый электронный курс: https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=808 . Студентам рекомендовано знакомиться с теоретическими материалами, размещёнными в электронном курсе, перед лекцией и принимать активное участие в обсуждении лекционного материала на очных занятиях. Реализация данной дисциплины предполагает как очную, так и дистанционное форму обучения.
практические занятия	На практических занятиях студенты, письменно выполняя предложенные преподавателем задания, приобретают навыки численного решения задач оптимизации из изученных классов с помощью рассмотренных на лекциях методов, анализируют полученные результаты. Параллельно вычисления и построения производятся на доске, при необходимости преподаватель делает замечания и/или вносит исправления. Реализация данной дисциплины предполагает как очную, так и дистанционное форму обучения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит в работе с текстом лекционного материала, размещённого в электронном курсе "Методы оптимизации", в изучении основной и дополнительной литературы, в численном решении предлагаемых задач, предлагаемых в аудитории и размещённых в электронном курсе, а также в анализе результатов.
экзамен	Экзамен по дисциплине 'Методы оптимизации' предполагает ответ на два теоретических вопроса из списка, размещённого в электронном курсе, а также на несколько дополнительных вопросов. Перед экзаменом преподавателем проводится консультация, на которой разъясняются наиболее трудные для понимания вопросы.

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.

Компьютерный класс.

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 38.03.05 "Бизнес-информатика" и профилю подготовки "Бизнес-информатика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Бизнес-информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

- 1) Кашина О.А. Методы оптимизации. Часть I. Элементы теории экстремальных задач [Текст] / О.А. Кашина, А.И. Кораблев. - Казань: Изд-во КГУ, 2008. - 84 с. - Режим доступа: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1222753485/Methody_optimizacii._Chast_I.pdf
- 2) Кашина О.А., Кораблёв А.И. Методы оптимизации. Часть II. Численные методы решения экстремальных задач. - Казань: КГУ, 2011. - 144 с. - Режим доступа: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_864299223/Methody_optimizacii._Chast_II.pdf
- 3) Аттетков А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350985>
- 4) Есипов, Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б.А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-0917-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68467>
- 5) Новиков, А.И. Начала линейной алгебры и аналитическая геометрия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Новиков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2015. - 376 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71997>
- 6) Лунгу, К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.Н. Лунгу. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2009. - 132 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2253>
- 7) Бесов, О.В. Лекции по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебник / О.В. Бесов. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2016. - 480 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91150>
- 8) Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/912642>
- 9) Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие / Струченков В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2016. - 314 с.: ISBN 978-5-91359-191-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/905033>

Дополнительная литература:

- 1) Практикум по методам оптимизации / О.А. Сдвижков. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с. ISBN 978-5-9558-0372-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=459517>
- 2) Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Логос, 2011. - 424 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=469213>
- 3) Лесин, В.В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/86017>

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

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Бизнес-информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.