

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Введение в исследование операций Б2.ДВ.1

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Системное программирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Коннов И.В.

**Рецензент(ы):**

Андрианова А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 963915

Казань  
2015

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Коннов И.В. кафедра системного анализа и информационных технологий отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Igor.Konnov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Курс "Введение в исследование операций" предназначен для ознакомления студентов с простыми экономико-математическими моделями оптимизационного типа и алгоритмами их решения. Студенты уже приобрели сведения по базовым математическим курсам, следует использовать эти сведения в читаемом курсе.

Прежде всего необходимо на простых примерах описать основные виды моделей оптимизационного типа, иллюстрируя их приложениями в экономике, а также процесс построения модели как формализацию схемы принятия решений. В качестве базового класса моделей вначале следует избрать линейное программирование, описать графическое представление задачи линейного программирования, идею конечного метода решения, привести примеры численного решения. Затем можно привести элементы теории двойственности для линейного программирования и их экономическую интерпретацию. Затем рассматриваются задачи дискретной оптимизации, для которых описываются основные отличия от непрерывных, типичные постановки и подходы к решению. Выделяются случаи эффективно разрешимых задач.

Проблематика нелинейной оптимизации раскрывается на примерах соответствующих приложений и принципах построения алгоритмов. Иллюстрация основных положений вначале проводится на примере класса

задач минимизации функций одной переменной. Затем описывается задача минимизации функций многих переменных и пример метода поиска решения.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.1 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Для изучения данной дисциплины необходимы базовые знания по математическому анализу, алгебре и геометрии, теории вероятностей и математической статистике, а также по другим базовым математическим дисциплинам. Знания, полученные в рамках этого курса, могут пригодиться студентам в различных спецкурсах по профилю "Системное программирование", при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные задачи исследования операций и методы их решения
- математический аппарат для решения задач оптимизации

2. должен уметь:

- применять методы математического моделирования для определения типа решаемой задачи и выбора методов ее решения;
- применять различные методы оптимизации для решения практических задач.

3. должен владеть:

- математическим аппаратом решения задач линейного программирования, дискретной оптимизации и нелинейного программирования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.	4		4	0	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование.	4		4	0	8	контрольная работа домашнее задание
3.	Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.	4		4	0	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Нелинейная оптимизация.	4		6	0	12	контрольная работа домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			18	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы. Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы.

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

### Тема 2. Линейное программирование.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы. Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций. Графическое представление задачи линейного программирования, по-строить на примере, где  $n=2$ . Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения. Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения. Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай единственности. Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай множества решений. Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где  $m=2$ .

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования. Эквивалентные преобразования задач линейного программирования. Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности. Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности. Теоремы двойственности для задач линейного программирования. Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности. Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности. Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.

### Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по количеству рулонов. Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по площади некондиции. Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по общей площади непоставленных рулонов. Метод округления для задач дискретной оптимизации. Способы представления графа. Алгоритм для задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. Алгоритм Дейкстры для задачи о кратчайшем связывающем пути в графе. Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем пути в графе.

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Задача о максимальном паросочетании в графе в виде задачи линейного булевого программирования. Алгоритм для задачи о максимальном паросочетании в графе. Числовой пример решения задачи о максимальном паросочетании в графе. Примеры задач календарного планирования. Свойства задач календарного планирования с одним исполнителем. Алгоритм для задачи о минимизации производственных циклов. Задача минимизации времени переналадок и задача коммивояжера. Простые алгоритмы для задачи коммивояжера. Задача минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями. Алгоритм для задачи минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями. Задача линейного булевого программирования и ее преобразования. Алгоритм Балаша для задачи линейного булевого программирования. Числовой пример решения задачи линейного булевого программирования.

**Тема 4. Нелинейная оптимизация.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Примеры экономических моделей в виде задач нелинейной оптимизации. Задача минимизации функций одной переменной. Задача минимизации выпуклых функций одной переменной. Задача минимизации вогнутых функций одной переменной.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Критерии оценки эффективности методов минимизации функций одной переменной. Метод пассивного поиска. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Сравнение эффективности методов. Задача минимизации функций многих переменных. Метод симплексного поиска.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.	4		подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование.	4		подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
3.	Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.	4		подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
4.	Тема 4. Нелинейная оптимизация.	4		подготовка домашнего задания	14	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
Итого					54	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Изучение дисциплины "Введение в исследование операций" предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами лекций, а также изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Студентам следует стремиться самостоятельно решать все задачи, предлагаемые преподавателем в ходе курса, а также содержащиеся в рекомендованной литературе.



Прежде всего необходимо усвоить подход к построению моделей оптимизационного типа как формализацию схемы принятия решений. При изучении задач линейного программирования надо самостоятельно решать примеры графическим методом и для лучшего понимания теории двойственности линейного программирования выполнять предлагаемые теоретические задания. При изучении задач дискретной оптимизации надо обратить внимание на типичные постановки и подходы к решению, понимание трудностей таких задач. При изучении задач нелинейной оптимизации надо самостоятельно выполнять предлагаемые теоретические задания, для лучшего понимания свойств, самостоятельно проводить сравнение оценок трудоемкости алгоритмов минимизации функций одной переменной.

Студенты, с одной стороны, должны уметь приводить примеры приложений задач оптимизационного типа, с другой стороны, приобрести навыки решения простых задач оптимизации с помощью алгоритмов.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по созданию типовых математических моделей экономических задач (задачи распределения, транспортная задача, задача раскроя, задача о назначениях).

### **Тема 2. Линейное программирование.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач линейного программирования симплексным методом. Решение задач по теории двойственности.

контрольная работа , примерные вопросы:

Типовое задание. Найти решение пары двойственных задач линейного программирования в двумерном пространстве прямых переменных графическим способом.

### **Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение типовых задач дискретной оптимизации (задачи на графах, задачи календарного планирования и пр).

### **Тема 4. Нелинейная оптимизация.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач минимизации выпуклой и вогнутой функции одной переменной с помощью различных методов.

контрольная работа , примерные вопросы:

Типовое задание. Для заданного графа найти кратчайший связывающий путь с помощью алгоритма Дейкстры.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

По дисциплине предполагается проведение экзамена. Для текущей проверки знаний могут использовать тесты.

Примеры тестовых вопросов

На следующие вопросы должен быть дан утвердительный или отрицательный ответ вместе с обоснованием.

1. Решение задачи линейного программирования находится в угловой точке допустимого множества.

2. Оптимальные значения целевых функций пары двойственных задач линейного программирования совпадают.
3. Локальный и глобальный минимумы выпуклой функции одной переменной на отрезке совпадают.
4. Глобальный минимум вогнутой функции одной переменной на отрезке находится на конце отрезка.
5. Метод деления пополам на итерации сокращает отрезок локализации минимума быстрее, чем метод золотого сечения.

Типовой пример домашнего задания

Изучить литературу по задачам линейного программирования.

Найти решение задач в двумерном пространстве графическим способом, указать параметры изменения целевой функции, не меняющие оптимального значения.

Вопросы к экзамену

Темы:

1. Модели оптимизационного типа в экономике.
  - 1.1 Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы.
  - 1.2 Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы.
  - 1.3 Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.
2. Линейное программирование.
  - 2.1 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы.
  - 2.2 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций.
  - 2.3 Графическое представление задачи линейного программирования, постройте на примере, где  $n=2$ .
  - 2.4 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения.
  - 2.5 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения.
  - 2.6 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай единственности.
  - 2.7 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где  $n=2$ , случай множества решений.
  - 2.8 Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где  $m=2$ .
  - 2.9 Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования.
  - 2.10 Эквивалентные преобразования задач линейного программирования
  - 2.11 Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности.
  - 2.12 Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности.
  - 2.13 Теоремы двойственности для задач линейного программирования.
  - 2.14 Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности.
  - 2.15 Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности.
  - 2.16 Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.
3. Задачи дискретной оптимизации.
  - 3.1 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по количеству рулонов.
  - 3.2 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по площади некондиции.



- 3.3 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по общей площади непоставленных рулонов.
- 3.4 Метод округления для задач дискретной оптимизации.
- 3.5 Способы представления графа.
- 3.6 Алгоритм для задачи о кратчайшем связывающем дереве графа.
- 3.7 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем дереве графа.
- 3.8 Алгоритм Дейкстры для задачи о кратчайшем связывающем пути в графе.
- 3.9 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем пути в графе.
- 3.10 Задача о максимальном паросочетании в графе в виде задачи линейного булевого программирования.
- 3.11 Алгоритм для задачи о максимальном паросочетании в графе.
- 3.12 Числовой пример решения задачи о максимальном паросочетании в графе.
- 3.13 Примеры задач календарного планирования.
- 3.14 Свойства задач календарного планирования с одним исполнителем.
- 3.15 Алгоритм для задачи о минимизации производственных циклов.
- 3.16 Задача минимизации времени переналадок и задача коммивояжера.
- 3.17 Простые алгоритмы для задачи коммивояжера.
- 3.18 Задача минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями.
- 3.19 Алгоритм для задачи минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями.
- 3.20 Задача линейного булевого программирования и ее преобразования.
- 3.21 Алгоритм Балаша для задачи линейного булевого программирования.
- 3.22 Числовой пример решения задачи линейного булевого программирования.
- 4. Нелинейная оптимизация.
- 4.1 Примеры экономических моделей в виде задач нелинейной оптимизации.
- 4.2 Задача минимизации функций одной переменной.
- 4.3 Задача минимизации выпуклых функций одной переменной.
- 4.4 Задача минимизации вогнутых функций одной переменной.
- 4.5 Критерии оценки эффективности методов минимизации функций одной переменной.
- 4.6 Метод пассивного поиска.
- 4.7 Метод деления пополам.
- 4.8 Метод золотого сечения.

#### Типовой билет

- 1.Свойства двойственных задач линейного программирования.
- 2.Для заданного двудольного графа найти максимальное паросочетание.

#### 7.1. Основная литература:

- 1.Лабскер, Лев Григорьевич. Теория игр в экономике: (практикум с решениями задач): учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Экономика" / Л. Г. Лабскер, Н. А. Яценко; под ред. Л. Г. Лабскера. - 2-е изд., стер. - Москва: Кнорус, 2013. - 259 с
- 2.Благодатских А.И. Петров Н.Н. Сборник задач и упражнений по теории игр. - СПб.: Лань, 2014. - 304с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49465](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49465)
- 3.Мазалов В.В Математическая теория игр и приложения. - СПб.: Лань, 2010. - 448с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=540](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=540)
- 4. Колобашкина Л.В. Основы теории игр. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 164 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4406](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4406)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0486-2, 1000 экз.

<http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=241287>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - <http://ru.wikipedia.org>

Интернет-портал образовательных ресурсов КФУ - <http://www.kfu-elearning.ru>

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Интернет-портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.math.ru/>

Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - <http://algolist.manual.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Введение в исследование операций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Для проведения аудиторных занятий по курсу требуется наличие мультимедийного оборудования для демонстрации презентаций и других материалов по курсу. Требуется также доска (с маркером или мелом) для совместного решения задач и вывода наиболее интересных результатов по темам курса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование.

Автор(ы):

Коннов И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Андрианова А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.