

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

\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Дискретная оптимизация

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: 2017

## 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) Шульгина О.Н. (кафедра анализа данных и исследования операций, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Oksana.Shulgina@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:

классические постановки и методы решения задач дискретной оптимизации, и уметь реализовать эти методы на ЭВМ;

Должен уметь:

разрабатывать математические модели практических задач дискретной оптимизации и иметь представления о их сложности;

оценивать трудоемкость алгоритмов решения;

реализовать методы решения задач теории расписаний на ЭВМ.

Должен владеть:

методами анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях

Должен демонстрировать способность и готовность:

оценить сложность практической задачи, применить известные методы решения, реализовать их на ЭВМ

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 38.03.05 "Бизнес-информатика (Бизнес-информатика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет с/к "Дискретная оптимизация".	6	2	2	0	6
2.	Тема 2. Кратчайшие пути.	6	2	2	0	6
3.	Тема 3. Осто́вы минимального веса.	6	2	2	0	6
4.	Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.	6	2	2	0	8
5.	Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.	6	2	2	0	8
6.	Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.	6	4	4	0	6
7.	Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.	6	4	4	0	10
8.	Тема 8. Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер.	6	4	4	0	8
9.	Тема 9. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе.	6	4	4	0	8
10.	Тема 10. Поток в сетях.	6	4	4	0	8
11.	Тема 11. Поток в сетях. Задача транспортного типа о спросе и предложении.	6	4	4	0	10
12.	Тема 12. Общие методы решения задач дискретной оптимизации.	6	2	2	0	6
	Итого		36	36	0	90

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение. Предмет с/к "Дискретная оптимизация".

Предмет "Дискретная оптимизация" и его связь с дисциплинами "Методы оптимизации", "Исследование операций" и др. Постановки задач, приводящие к требованиям целочисленности (задача о ранце, задача о назначениях, транспортная задача, задача коммивояжера и др.). Общая постановка задачи дискретного программирования. Геометрический смысл. Элементы теории сложности. Примеры NP-полных задач.

###### Тема 2. Кратчайшие пути.

Постановка задачи построения кратчайшего пути. Трудоемкость решения задачи. Алгоритм Дейкстры для отыскания кратчайшего пути и его обоснование. Модификации алгоритма Дейкстры. Условия применимости алгоритма. Алгоритм Флойда для отыскания кратчайших путей и его обоснование. Условия применимости алгоритма.

### **Тема 3. Остовы минимального веса.**

Остовы минимального веса. Теорема об эквивалентных определениях дерева с обоснованием и ее следствия. Понятие остова. Постановка задачи построения остова минимального веса. Трудоемкость решения задачи. Алгоритмы (алгоритм Краскала и алгоритм Прима) построения остовов минимального веса и их обоснования.

### **Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.**

Постановка задачи построения наибольшего паросочетания. Определения сбалансированного, полного графа. Постановка задачи в терминах математического программирования. Теорема о необходимых и достаточных условиях наибольшего паросочетания и обоснование. Определение чередующейся и увеличивающей цепи.

### **Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.**

Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины. Определение двудольного графа. Определение ориентированного графа, соответствующего исходному графу и выбранному паросочетанию. Теорема о необходимых и достаточных условиях существования увеличивающей цепи в двудольном графе. Алгоритм построения наибольшего паросочетания в двудольном графе и его обоснование.

### **Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.**

Определение наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе. Теорема о связи наименьшего вершинного покрытия и наибольшего паросочетания. Определение множеств  $X^+$ ,  $Y^+$ ,  $X^-$ ,  $Y^-$ . Теорема о покрытии. Алгоритм построения наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе и его обоснование.

### **Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.**

Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания. Постановка задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном графе. Свойства задачи. Постановка задачи в терминах математического программирования. Алгоритм построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном графе и его обоснование. Условия, при которых применим алгоритм.

### **Тема 8. Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер.**

Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер. Решение задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в случае неполного графа, построение соответствующего исходному полному графу. Теорема о получении решения в исходном графе с использованием решения в соответствующем исходному полному графе.

### **Тема 9. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе.**

Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе. Построение соответствующего сбалансированного графа. Общая схема решения несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в неполном двудольном графе с отрицательными весами ребер.

### **Тема 10. Потоки в сетях.**

Потоки в сетях. Определение потока в сети. Разрезы сети. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе. Метод расстановки пометок для построения максимального потока в сети. Потоки в неориентированных и смешанных сетях. Потоки в сетях с пропускной способностью узлов. Решение прикладных задач с помощью максимальных потоков в сетях.

### **Тема 11. Потоки в сетях. Задача транспортного типа о спросе и предложении.**

Потоки в сетях. Применение метода расстановки пометок к решению прикладных задач. Задача транспортного типа о спросе и предложении. Задача о допустимой циркуляции в сети. Задача о назначениях и ее сведение к задаче о максимальном потоке. Трудоемкость задачи. Обоснование оптимальности решения.

### **Тема 12. Общие методы решения задач дискретной оптимизации.**

Общие методы решения задач дискретной оптимизации. Метод ветвей и границ. Обоснование метода. Метод динамического программирования для решения задач. Применение метода ветвей и границ и метода динамического программирования к решению задач дискретной оптимизации, например, к задаче построения кратчайшего пути, к задаче коммивояжера и т.д.

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



сайт - <http://math-portal.ru/2214-diskretnaya-optimizaciya-celochislennoe-programmirovanie-kovalev-mm.html>

сайт - <http://window.edu.ru/resource/917/26917>

сайт - <http://www.bestreferat.ru/referat-140974.html>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Последовательно изучать лекционный материал. В процессе изучения приводить примеры изучаемых объектов После изучения темы разбирать примеры, отвечать на контрольные вопросы. Самостоятельно приводить примеры для демонстрации теоретических утверждений. Просматривать материалы предыдущих лекций перед следующей.
практические занятия	После изучения темы разбирать примеры, отвечать на контрольные вопросы. Добросовестно работать на практических занятиях, выполнять все задания преподавателя. Перед практическим занятием изучить теоретический материал требуемый решения примеров. Выполнять домашние задания в срок, предоставлять их на проверку преподавателю.
самостоятельная работа	Изучать и запоминать лекционный материал. Самостоятельно приводить примеры для демонстрации теоретических утверждений. Решать примеры по изучаемой теме. Просматривать материалы предыдущих лекций перед следующей. Выполнять домашние задания в срок, предоставлять их на проверку преподавателю.
экзамен	В соответствие с программой курса 1) разобраться во всех теоретических понятиях, определениях, теоремах, отработать их на примерах; 2) выучить определения, формулировки теорем; 3) разобраться в обоснованиях результатов и запомнить их; 4) повторить весь материал, проверить себя.

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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

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

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

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

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



- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 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: 2017

#### Основная литература:

- 1.Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2013. - 270 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-01037-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/350985> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Ашманов, С. А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях: учебное пособие / С. А. Ашманов, А. В. Тимохов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1366-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3799> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 3.Измаилов, А. Ф. Численные методы оптимизации: монография / А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-0975-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2184> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации: учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 2-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-0559-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2330> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2.Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации / В. В. Колбин. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1536-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/41015> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1887-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/67460> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Альпин, Ю. А. Дискретная математика: графы и автоматы: учебное пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. - Электронные данные (1 файл: 0,9 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Режим доступа: открытый. Оригинал копии: Дискретная математика: графы и автоматы: учебное пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин ; Казан. гос. ун-т. - Казань: [Казан. гос. ун-т], 2007. - 77, [1] с. - Текст : электронный. - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-761515.pdf> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: открытый.
- 5.Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации: учебное пособие / Сдвижков О.А. - Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. - 200 с. ISBN 978-5-9558-0372-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/520828> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

6. Биоинспирированные методы в оптимизации: монография / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик, П. В. Сороколетов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-1101-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59539> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**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: 2017

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.