

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.

Программа дисциплины
Дискретная оптимизация Б3.В.10

Направление подготовки: 080500.62 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Шульгина О.Н.

Рецензент(ы):

Лернер Э.Ю.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.

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

Казань
2016

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) доцент, к.н. (доцент) Шульгина О.Н. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Oksana.Shulgina@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса по выбору ("Дискретная оптимизация") является изучение моделей, постановок и методов решения задач дискретной оптимизации. Изучаются вопросы сложности и алгоритмы решения известных дискретных задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.10 Профессиональный" основной образовательной программы 080500.62 Бизнес-информатика и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре. Данная дисциплина опирается на дисциплины "Исследование операций", "Дискретная математика", "Методы оптимизации".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-12	способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
ок-14	способность использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;
пк-4	способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности;
пк-7	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

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

2. 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.

3. должен владеть:

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

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

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

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

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

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 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. Введение. Предмет с/к "Дискретная оптимизация".	6	1	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Кратчайшие пути.	6	2	2	2	0	
3.	Тема 3. Остовы минимального веса.	6	3	1	2	0	
4.	Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.	6	4	2	2	0	
5.	Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.	6	5	1	2	0	
6.	Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.	6	6-7	4	6	0	
7.	Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.	6	8-9	3	6	0	
8.	Тема 8. Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер.	6	10-11	3	6	0	
9.	Тема 9. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе.	6	12-13	4	6	0	
10.	Тема 10. Потoki в сетях.	6	14-15	4	6	0	
11.	Тема 11. Потoki в сетях. Задача транспортного типа о спросе и предложении.	6	16-17	3	6	0	
12.	Тема 12. Общие методы решения задач дискретной оптимизации.	6	18	2	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				30	48	0	

4.2 Содержание дисциплины

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

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое установление связи дисциплины "Дискретная оптимизация" с дисциплинами "Методы оптимизации", "Исследование операций" и др. Рассмотрение задач, приводящих к требованиям целочисленности: -задача о ранце, задача о назначениях, транспортная задача, задача коммивояжера и др. Рассмотрение общей постановки задачи дискретного программирования. Изучение элементов теории сложности. Разбор примеров NP- полных задач.

Тема 2. Кратчайшие пути.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическая постановка задачи построения кратчайшего пути и оценка трудоемкости решения задачи. Решение задачи отыскания кратчайшего пути при помощи алгоритма Дейкстры и алгоритма Флойда. Практическое выяснение обоснований и условий применимости каждого алгоритма.

Тема 3. Остовы минимального веса.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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 построения остовов минимального веса и их обоснования.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическая постановка и решение задачи построения остова минимального веса при помощи разных алгоритмов. Практическое сравнение и обоснование этих алгоритмов. Оценка трудоемкости решения задачи.

Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое выполнение постановки задачи построения наибольшего паросочетания в двудольном графе. Рассмотрение постановки задачи в терминах математического программирования. Практическое определение чередующейся и увеличивающей цепи.

Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Изучение на практическом занятии двудольного графа, его насыщенных (ненасыщенных) ребер и вершин. Разбор алгоритма построения наибольшего паросочетания в двудольном графе и обоснование этого алгоритма.

Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Определение наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе. Алгоритм построения наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе и его обоснование.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Изучение наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе. Решение задачи построения наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе с обоснованием алгоритма решения задачи.

Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

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.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практическое решение взвешенной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном графе: постановка задачи, свойства задачи и разбор алгоритма решения задачи.

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

лекционное занятие (3 часа(ов)):

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 графа.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практическое решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер в случае полного графа и в случае неполного графа, построение соответствующего исходному полному графа.

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

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практическое решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе и построение соответствующего сбалансированного графа. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в неполном двудольном графе с отрицательными весами ребер.

Тема 10. Потоки в сетях.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Изучение потока в сети, разрывов сети. Рассмотрение метода расстановки расстановки пометок для построения максимального потока в сети. Обзор потоков в неориентированных и смешанных сетях, в в сетях с пропускной способностью узлов. Практическое решение задач с помощью максимальных потоков в сетях.

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

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Потоки в сетях. Задача транспортного типа о спросе и предложении. Симметричная задача о спросе и предложении. Задача о допустимой циркуляции в сети. Задача о назначениях и ее сведение к задаче о максимальном потоке. Задача на узкие места (о назначении).

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задачи транспортного типа о спросе и предложении. Решение симметричной задачи о спросе и предложении. Решение задачи о допустимой циркуляции в сети. Решение задачи о назначениях и ее сведение к задаче о максимальном потоке. Решение задачи на узкие места (о назначении).

Тема 12. Общие методы решения задач дискретной оптимизации.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие методы решения задач дискретной оптимизации. Метод ветвей и границ. Метод динамического программирования для решения задач.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обзор общих методов решения задач дискретной оптимизации. Решение задач дискретной оптимизации методом ветвей и границ и методом динамического программирования.

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. Введение. Предмет с/к "Дискретная оптимизация".	6	1	домашняя работа	6	устно
2.	Тема 2. Кратчайшие пути.	6	2	домашняя работа	6	устно
3.	Тема 3. Осто́вы минимального веса.	6	3	домашняя работа	6	устно
4.	Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.	6	4	контрольная работа	6	письменно

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.	6	5	домашняя работа	6	устно
6.	Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.	6	6-7	домашняя работа	3	устно
7.	Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.	6	8-9	домашняя работа	3	устно
8.	Тема 8. Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер.	6	10-11	домашняя работа	3	устно
9.	Тема 9. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе.	6	12-13	контрольная работа	6	письменно
10.	Тема 10. Потoki в сетях.	6	14-15	домашняя работа	3	устно
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия со студентами по данной дисциплине проводятся в форме практических занятий, причем часть из них проходит в интерактивной форме, с демонстрацией материала. Кроме того, предусмотрена самостоятельная работа студентов.

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

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

устно, примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Введение в предмет "Дискретная оптимизация".

Тема 2. Кратчайшие пути.

устно, примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Кратчайшие пути". Разбор решения задачи построения кратчайшего пути и алгоритма Дейкстры и алгоритма Флойда для отыскания кратчайшего пути.

Тема 3. Остовы минимального веса.

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Остовы минимального веса". Разбор решения задачи построения остова минимального веса при помощи разных алгоритмов.

Тема 4. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе.

письменно , примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе (выполнению индивидуальных заданий) по пройденным темам (примерные варианты контрольных работ приведены в разделе "Прочее").

Тема 5. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины". Разбор алгоритма построения наибольшего паросочетания в двудольном графе.

Тема 6. Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе.

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Наименьшее вершинное покрытие в двудольном графе". Разбор решения задачи построения наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе.

Тема 7. Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания.

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Взвешенная задача построения наибольшего паросочетания". Разбор решения взвешенной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном графе.

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

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер". Разбор решения сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер в случае полного графа и в случае неполного графа.

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

письменно , примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе (выполнению индивидуальных заданий) по пройденным темам (примерные варианты контрольных работ приведены в разделе "Прочее").

Тема 10. Потоки в сетях.

устно , примерные вопросы:

Изучение лекционного материала по теме "Потоки в сетях".

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

Тема 12. Общие методы решения задач дискретной оптимизации.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена и контрольных работ.

Примерные вопросы для экзамена.

1. Определение пути, кратчайшего пути.

Постановка задачи построения кратчайшего пути.

Трудоемкость решения задачи.

2. Алгоритм Дейкстры для отыскания кратчайшего пути и его обоснование.

Условия применимости алгоритма.

3. Алгоритм Флойда для отыскания кратчайших путей и его обоснование.

Условия применимости алгоритма.

4. Определение дерева. Теорема об эквивалентных определениях дерева с обоснованием и ее следствия.

5. Понятие остова. Постановка задачи построения остова минимального веса. Трудоемкость решения задачи. Алгоритмы построения остовов минимального веса и их обоснования.

6. Определение паросочетания. Постановка задачи построения наибольшего паросочетания. Постановка задачи в терминах математического программирования. Теорема о необходимых и достаточных условиях

наибольшего паросочетания и обоснование.

7. Определение чередующейся и увеличивающей цепи. Насыщенные (ненасыщенные) ребра и вершины.

8. Определение двудольного графа. Построение на основе двудольного графа и его паросочетания ориентированного графа. Теорема о необходимых и достаточных условиях существования увеличивающей цепи в двудольном графе.

9. Алгоритм построения наибольшего паросочетания в двудольном графе и его обоснование.

10. Определение множеств, образующих покрытие.

11. Определение покрытия. Алгоритм построения наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе и его обоснование.

12. 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.

13. Решение сбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в полном двудольном графе с отрицательными весами ребер.

14. Решение задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в случае неполного графа, построение соответствующего исходному полному графу.

15. Решение несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном полном графе. Построение соответствующего сбалансированного графа.

16. Общая схема решения несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в неполном двудольном графе с отрицательными весами ребер.

17. Определение потока в сети. Постановка задачи построения максимального потока. Лемма о пропускной способности разреза, разделяющего вершины s , t с обоснованием. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе с обоснованием.

18. Метод расстановки пометок для построения целочисленного потока в ориентированной сети.

19. Решение задачи построения максимального потока в сети с пропускными способностями узлов. Постановка задачи и алгоритм решения с обоснованием.

Построение расширенной сети. Лемма о соответствии величины потока в исходной и расширенной сети.

20. Построение максимального потока в неориентированных и смешанных сетях. Постановка задачи и решение.

21. Решение задачи о наибольшем паросочетании сведением к задаче о построении максимального потока.

22. Решение задачи о спросе и предложении сведением к задаче о построении максимального потока.

23. Метод ветвей и границ с обоснованием.

24. Принцип оптимальности Беллмана. Схема метода динамического программирования.

Примерные варианты контрольных работ по текущему контролю успеваемости.

1. Алгоритм построения наибольшего паросочетания минимального веса в двудольном графе и его обоснование.

2. Лемма о пропускной способности разреза, разделяющего вершины s , t .

3. Определение разреза, пропускной способности разреза. Показать на примере.

1. Метод расстановки пометок для построения целочисленного потока в ориентированной сети с обоснованием.

2. Решение задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в случае неполного

графа, построение соответствующего исходному графу полного графа. Показать на примере.

3. Определение минимального разреза.

1. Метод ветвей и границ с обоснованием.

2. Общая схема решения несбалансированной задачи построения наибольшего паросочетания минимального веса в неполном двудольном графе с отрицательными весами ребер.

3. Определение потока в сети. Привести пример.

7.1. Основная литература:

1. Теория графов в задачах и упражнениях: более 200 задач с подробными решениями / В. А. Емеличев, И. Э. Зверович, О. И. Мельников [и др.]. - Москва: URSS: ЛИБРОКОМ, 2013]. - 415 с.

2. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2, 700 экз.

<http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=350985>

3. Дискретная математика: графы и автоматы [Текст : электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин ; Казан. гос. ун-т. - Электронные данные (1 файл: 0,9 Мб) .? (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый.

Оригинал копии: Дискретная математика: графы и автоматы : учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин ; Казан. гос. ун-т. - Казань : [Казан. гос. ун-т], 2007 .? 77, [1] с. : ил. ; 21.

<URL:<http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-761515.pdf>>.

4. Ашманов С.А. Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 448с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3799

5. Задачи по дискретной математике для контрольных и самостоятельных работ. О.-д. функции. Теория кодирования. Графы [Текст: электронный ресурс] : учебный практикум / Казан. гос. ун-т ; сост.: А. В. Васильев, д.ф.-м.н., проф. Н. К. Замов, к.ф.-м.н., доц. П. В. Пшеничный .? Электронные данные (1 файл: 0,23 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2009) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый .?

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.

практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 080500.62 "Бизнес-информатика" .

Автор(ы):

Шульгина О.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Лернер Э.Ю. _____

"__" _____ 201__ г.