МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Т.А. Хагуров
подпись
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дискретное программирование

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины *Дискретное программирование* составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности).

Программу составил(и):
Г. В. Калайдина, доцент кафедры анализа данных и искусственного интеллекта, к. ф.-м. н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта протокол № 8 от «21» мая 2021г.

Заведующий кафедрой Коваленко А.В.

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 1 «21» мая 2021г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

подпись

Рецензенты:
Шапошникова Татьяна Леонидовна.
Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.
Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

Целью освоения учебной дисциплины «Дискретное программирование» является развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков использования математических моделей теории графов и методов дискретной оптимизации, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

1.2 Задачи дисциплины:

- обучить студентов понятиям и методам дискретного программирования;
- познакомить студентов с понятиями и методами дискретного программирования, необходимыми для изучения математических методов и моделей в экономике;
- подготовить студентов к самостоятельному изучению тех разделов теории дискретного программирования, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Данная дисциплина (Дискретное программирование) тесно связана с дисциплинами: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», «Теория игр и исследование операций». Она направлена на формирование знаний и умений обучающихся решать задачи дискретной оптимизации и сетевого программирования в экономике, экологии и других областях. В курсе «Дискретное программирование» основное внимание уделяется модельному аспекту теории: от постановок задач дискретного и сетевого программирования и анализа возможных принципов оптимальности, до численных методов их решения. Она обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем математического моделирования; формирование компетенций в решении дискретных оптимизационных задач в экономике, экологии и других областях. В совокупности изучение этой дисциплины готовит студентов, как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на ООП бакалавриата, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин ООП бакалавриата.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Дискретное программирование»:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области	Постановки задач дискретного и сетевого программирова-	Решать дискретные оптимизационные задачи в экономике,	Обеспечивать способность у обучающихся к теоретико-методологи-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		профессиональной деятельности.	ния, возможные принципы оптимальности, численные методы их решения.	экологии и других.	ческому анализу проблем математического моделирования, используя современные образовательные и информационные технологии.
2.	ПК-2	Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках.	Как обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Способностью обрабатывать и собирать, интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

1. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	**50**	**50**			
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	16	16	-	-	-

Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		16	16	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		3,8	3,8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**52,2**	**52,2**			
	зач. ед	**2**	**2**			

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

Учебно-тематический план очной формы обучения

№ п/п	**Наименование раздела, темы**	***Итого акад.часов***	**Лекции**	**Лб**	**СР**
	Раздел 1. Комбинаторные задачи оптимизации				
1.	Введение	2	2		
2.	Задача о коммивояжере	6	2	2	2
3.	Задача календарного планирования трех станков	4	2	2	
4.	Задача о назначениях	6	2	2	2
5.	Задача об одномерном ранце	4	2	2	
6.	Задача о многомерном ранце	4	2	2	
7.	Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой поиска оптимального решения	2	2		
8.	Задачи дискретного программирования большой размерности	6	4		2

9.	Эволюционное моделирование	4	2		2
	Раздел 2. Задачи оптимизации на сетях				
10.	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	4	2	2	
11.	Задачи поиска оптимальных путей	6	2	2	2
12.	Задачи размещения на сетях	6	4		2
13.	Анализ сетевых графиков	6	2	2	2
14.	Оптимизация сетевых графиков	4	2		2
15.	Задача о максимальном потоке в сети	5,8	2		3,8
	Всего по разделам дисциплины:	69,8	34	16	19,8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2			
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2			
	ИТОГО по дисциплине	**72**	34	16	19,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей (указать организацию)
1	2	3	4	5
1	Комбинаторные задачи оптимизации	Тема 1. Введение Тема 2. Задача о коммивояжере Тема 3. Задача календарного планирования трех станков Тема 4. Задача о назначениях Тема 5. Задача об одномерном ранце Тема 6. Задача о многомерном ранце Тема 7. Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой	1. Опрос по результатам индивидуального задания	

		поиска оптимального решения Тема 8. Задачи дискретного программирования большой размерности Тема 9. Эволюционное моделирование		
2	Задачи оптимизации на сетях	Тема 10. Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций Тема 11. Задачи поиска оптимальных путей Тема 12. Задачи размещения на сетях Тема 13. Анализ сетевых графиков Тема 14. Оптимизация сетевых графиков Тема 15. Задача о максимальном потоке в сети	1. Опрос по результатам индивидуального задания	

защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т)

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	*Комбинаторные задачи оптимизации*	**Тема 1. Введение** Предмет, задачи и содержание курса. Постановка и особенности задач дискретного программирования. Общие сведения о методах решения задач дискретного программирования. **Тема 2. Задача о коммивояжере** Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере. Приведение матрицы	1. Опрос по результатам индивидуального задания

		расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. Симметричный случай. О практической реализации метода. **Тема 3. Задача календарного планирования трех станков** Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода. **Тема 4. Задача о назначениях** Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода. **Тема 5. Задача об одномерном ранце** Постановка задачи. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода. **Тема 6. Задача о многомерном ранце** Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце. **Тема 7. Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой поиска оптимального решения** Структура информации о дереве подзадач. Операции на дереве подзадач. Структура информации о подзадаче. **Тема 8. Задачи дискретного программирования большой размерности** Постановка задачи. Декомпозиция. Иерархические процедуры декомпозиции. Последовательная декомпозиция. **Тема 9. Эволюционное моделирование** Определение и структура генетических алгоритмов. Генетическое программирование. Решение комбинаторных задач генетическими алгоритмами. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования.	
2	***Задачи оптимизации на сетях***	**Тема 10. Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций** Постановка задачи. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального	1.Опрос по результа там индивид уального задания

		веса. **Тема 11. Задачи поиска оптимальных путей** Постановка задач. Алгоритм построения кратчайшего пути. Дерево кратчайших путей. Алгоритм построения пути наибольшей пропускной способности. Дерево путей наибольшей пропускной способности. Алгоритм поиска всех кратчайших путей. **Тема 12. Задачи размещения на сетях** Постановка задач. Задачи поиска центра. Задачи поиска медиан. **Тема 13. Анализ сетевых графиков** Постановка задачи. Временные параметры сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути. **Тема 14. Оптимизация сетевых графиков** Постановка задач. Коэффициент напряженности операции. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость». **Тема 15. Задача о максимальном потоке в сети** Постановка задачи. Алгоритм поиска максимального потока в сети. Сведение задачи о максимальном потоке к задаче линейного программирования.	

2.3.2 Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Комбинаторные задачи оптимизации	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Проверка выполнения лабораторных работ № 1.
		Решение задачи календарного планирования трех станков методом ветвей и границ	Проверка выполнения лабораторных работ № 2

		Метод ветвей и границ для задачи о назначениях	Проверка выполнения лабораторных работ № 3
		Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце	Проверка выполнения лабораторных работ № 4
		Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце	Проверка выполнения лабораторных работ № 5
2.	Задачи оптимизации на сетях	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	Проверка выполнения лабораторных работ № 6
		Задачи поиска кратчайших путей из заданного пункта	Проверка выполнения лабораторных работ № 7
		Анализ сетевых графиков	Проверка выполнения лабораторных работ № 8
		Построение максимального потока	Проверка выполнения лабораторных работ №9
		Оптимизация сетевых графиков	Проверка выполнения результатов контрольной работы

2.3.4 Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Помещения для самостоятельной работы студентов – аудитория № 102-А и читальный зал.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы,	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы,

	подготовка к семинарским занятиям	утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.
3	Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.
5	Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.
6	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 22.05.2020 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

–в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с

мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры по дискретному программированию.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в традиционных аудиториях. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Комбинаторные задачи оптимизации	30	4
2.	Задачи оптимизации на сетях	20	4
	Итого по дисциплине:	50	8

3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

3.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерные задания на лабораторные работы

Комбинаторные задачи оптимизации.

Лабораторная работа № 1: Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения задачи о коммивояжере.

Задание. В задачах 1.1 – 1.4 для заданной матрицы расстояний

$$C = \begin{pmatrix} - & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{21} & - & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{31} & c_{32} & - & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & - & c_{45} & c_{46} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & - & c_{56} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & - \end{pmatrix}$$

решить задачу коммивояжера.

1.1

$$\begin{pmatrix} - & 36 & 16 & 19 & 37 & 40 \\ 36 & - & 20 & 23 & 28 & 36 \\ 20 & 12 & - & 18 & 20 & 16 \\ 32 & 24 & 18 & - & 20 & 38 \\ 37 & 20 & 12 & 28 & - & 32 \\ 22 & 17 & 18 & 30 & 40 & - \end{pmatrix}.$$

1.2

$$\begin{pmatrix} - & 4 & 31 & 23 & 7 & 10 \\ 6 & - & 4 & 10 & 4 & 4 \\ 22 & 10 & - & 20 & 23 & 26 \\ 14 & 6 & 22 & - & 15 & 35 \\ 27 & 10 & 32 & 39 & - & 16 \\ 13 & 10 & 12 & 27 & 39 & - \end{pmatrix}.$$

1.3

$$\begin{pmatrix} - & 6 & 25 & 17 & 37 & 23 \\ 6 & - & 10 & 12 & 10 & 6 \\ 29 & 12 & - & 17 & 16 & 16 \\ 14 & 14 & 35 & - & 26 & 26 \\ 29 & 10 & 14 & 24 & - & 26 \\ 13 & 12 & 32 & 42 & 22 & - \end{pmatrix}.$$

1.4

$$\begin{pmatrix} - & 10 & 16 & 14 & 10 & 8 \\ 4 & - & 36 & 31 & 25 & 18 \\ 8 & 17 & - & 33 & 12 & 17 \\ 6 & 37 & 34 & - & 28 & 16 \\ 6 & 16 & 39 & 15 & - & 27 \\ 12 & 30 & 32 & 37 & 30 & - \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа № 2: Решение задачи календарного планирования трех станков методом ветвей и границ

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения задач календарного планирования трех станков.

Задание. В задачах 2.1 – 2.4 для заданных пяти деталей, последовательно обрабатываемых на трех станках, и заданной длительности обработки деталей $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$, $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$, $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ на первом, втором и третьем станках соответственно, решить задачу календарного планирования трех станков.

2.1

A	7	3	6	9	8
B	4	5	1	7	8
C	8	6	5	6	5

2.2

A	3	2	2	3	3
B	2	5	6	5	1
C	8	5	9	9	7

2.3

A	8	4	8	4	3
B	7	9	9	8	6
C	7	8	7	6	1

2.4

A	1	4	9	1	3
B	8	7	8	5	9
C	3	9	7	7	6

Лабораторная работа № 3: Метод ветвей и границ для задачи о назначениях

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения задач о назначениях.

Задание. В задачах 3.1–3.4 для пяти работников и пяти видов работ заданы матрицы $C = \|c_{ij}\|$ затрат на выполнение каждым работником всех видов работ. Найти оптимальный план методом ветвей и границ.

$$3.1\ C = \begin{pmatrix} 11 & 9 & 10 & 15 & 1 \\ 17 & 12 & 13 & 18 & 8 \\ 9 & 8 & 15 & 12 & 11 \\ 6 & 11 & 13 & 16 & 6 \\ 12 & 14 & 14 & 10 & 9 \end{pmatrix}. \quad 3.2\ C = \begin{pmatrix} 10 & 3 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 3 & 4 & 6 \\ 10 & 7 & 6 & 6 & 10 \\ 8 & 9 & 1 & 11 & 6 \\ 11 & 12 & 8 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$3.3\ C = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 12 & 1 & 11 \\ 6 & 6 & 13 & 6 & 10 \\ 10 & 2 & 13 & 7 & 12 \\ 6 & 7 & 11 & 3 & 5 \\ 6 & 4 & 4 & 5 & 7 \end{pmatrix}. \quad 3.4\ C = \begin{pmatrix} 6 & 15 & 11 & 6 & 4 \\ 3 & 14 & 10 & 7 & 10 \\ 8 & 15 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 6 & 3 & 2 & 5 \\ 12 & 20 & 9 & 15 & 15 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа № 4: Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения одномерной задачи линейного о ранце.

Задание. В задачах 4.1–4.4 для заданных функций стоимости и веса $f(x)$ и $g(x)$ решить задачу об одномерном ранце:

$$f(x) = \sum_{j=1}^{10} c_j x_j \to \max,$$

$$g(x) = \sum_{j=1}^{10} a_j x_j \le R,\ x_j \in \{0,1\},\ j = \overline{1,10}.$$

4.1

c_i	2	7	5	2	10	7	9	7	8	3

R = 31

a_i	3	8	4	2	9	8	2	10	2	8

4.2

c_i	4	6	1	4	6	8	6	9	8	9

R = 30

a_i	5	2	4	1	6	5	10	11	4	6

4.3

c_i	7	10	11	6	7	2	3	10	7	7

R = 32

a_i	10	3	8	6	9	3	2	9	3	6

4.4

c_i	8	3	2	4	7	9	11	7	7	8

R = 34

a_i	5	8	8	10	7	4	3	5	7	4

Лабораторная работа № 5: Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце

Цель работы: Освоить приближенные методы решения задачи о многомерном ранце.

Задание. В задачах 5.1–5.4 для заданных функций стоимости и веса $f(x)$ и $g_i(x)$ ($i = \overline{1,3}$) решить задачу о многомерном ранце:

$$f(x) = \sum_{j=1}^{10} c_j x_j \to \max,$$

$$g_i(x) = \sum_{j=1}^{10} a_{ij} x_j \le R_i,\ i = \overline{1,3}$$

$$x_j \in \{0,1\},\ j = \overline{1,10}.$$

5.1

c_i	9	7	11	5	2	3	5	7	5	2	
a_{1i}	9	5	8	10	6	7	6	7	2	5	R_1= 44
a_{2i}	2	1	9	2	3	1	8	2	4	5	R_2= 25
a_{3i}	4	7	2	6	8	4	9	10	1	2	R_3= 36

5.2

c_i	11	11	10	1	8	11	2	8	11	2	
a_{1i}	10	9	11	8	8	6	5	9	10	2	R_1= 52
a_{2i}	6	10	9	7	5	6	6	6	8	2	R_2= 44
a_{3i}	9	7	3	5	8	6	5	8	6	1	R_3= 39

5.3

c_i	9	5	3	10	3	4	3	8	2	5	
a_{1i}	6	5	10	4	4	5	4	5	4	7	R_1= 36
a_{2i}	11	3	7	10	6	4	11	7	11	9	R_2= 53
a_{3i}	9	2	6	4	6	1	3	9	4	8	R_3= 35

5.4

c_i	2	5	11	6	7	11	4	8	7	8	
a_{1i}	2	4	11	5	4	9	10	9	7	9	R_1= 47
a_{2i}	5	6	6	3	6	2	4	7	7	10	R_2= 38
a_{3i}	4	2	10	7	10	8	8	7	2	9	R_3= 45

Задачи оптимизации на сетях.

Лабораторная работа № 6: Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций

Цель работы: Освоить методы проектирования оптимальной сети коммуникаций.

Задание. В задачах 6.1 – 6.4 для заданного графа, изображенного на рис. 1, построить покрывающее дерево максимального и минимального весов.

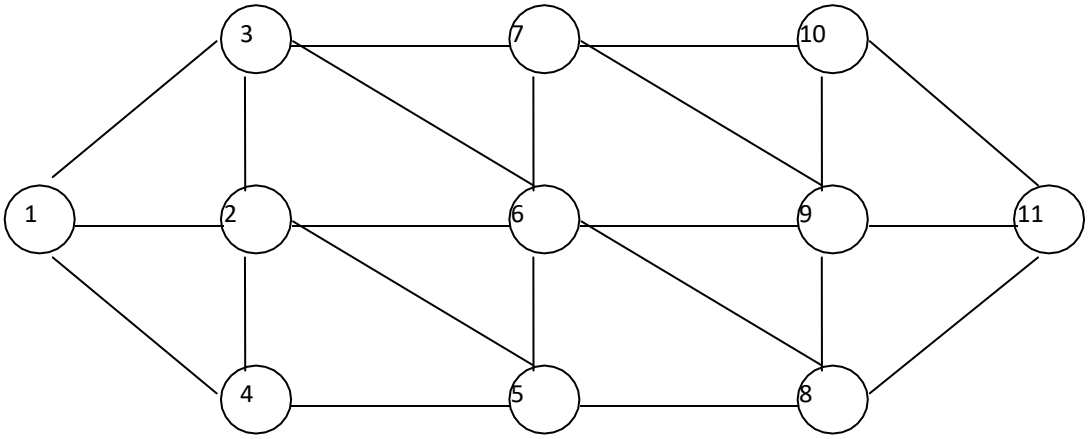


Рис. 1

6.1

(1,2)-	3	(2,4)-	11	(3,7)-	9	(6,7)-	2	(7,10)-	4	(9,11)-	5
(1,3)-	11	(2,5)-	4	(4,5)-	8	(6,8)-	8	(8,9)-	10	(10,11)-	7
(1,4)-	3	(2,6)-	1	(5,6)-	7	(6,9)-	4	(8,11)-	8		
(2,3)-	2	(3,6)-	7	(5,8)-	8	(7,9)-	8	(9,10)-	8		

6.2

(1,2)-	6	(2,4)-	4	(3,7)-	10	(6,7)-	3	(7,10)-	4	(9,11)-	4
(1,3)-	3	(2,5)-	11	(4,5)-	6	(6,8)-	4	(8,9)-	8	(10,11)-	7
(1,4)-	7	(2,6)-	5	(5,6)-	8	(6,9)-	6	(8,11)-	4		
(2,3)-	2	(3,6)-	5	(5,8)-	6	(7,9)-	8	(9,10)-	9		

6.3

(1,2)-	3	(2,4)-	9	(3,7)-	3	(6,7)-	4	(7,10)-	7	(9,11)-	10
(1,3)-	8	(2,5)-	2	(4,5)-	5	(6,8)-	9	(8,9)-	11	(10,11)-	5
(1,4)-	6	(2,6)-	8	(5,6)-	4	(6,9)-	7	(8,11)-	7		
(2,3)-	10	(3,6)-	3	(5,8)-	9	(7,9)-	3	(9,10)-	3		

6.4

(1,2)-	3	(2,4)-	8	(3,7)-	5	(6,7)-	2	(7,10)-	7	(9,11)-	11
(1,3)-	7	(2,5)-	10	(4,5)-	7	(6,8)-	8	(8,9)-	8	(10,11)-	5
(1,4)-	2	(2,6)-	2	(5,6)-	6	(6,9)-	10	(8,11)-	2		
(2,3)-	3	(3,6)-	1	(5,8)-	10	(7,9)-	8	(9,10)-	8		

Лабораторная работа № 7: Задача поиска кратчайших путей из заданного пункта

Цель работы: Освоить методы построения кратчайших путей из заданного пункта.

Задание. В задачах 7.1–7.4 для заданного графа, изображенного на рис. 2, построить дерево кратчайших путей из вершины с номером 1 и найти все максимальные пути из вершины с номером 1 во все остальные вершины графа.

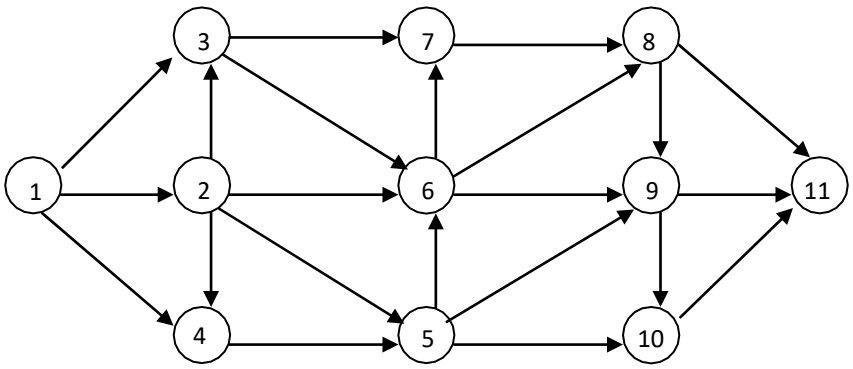


Рис. 2

7.1

(1,2)–	3	(2,4)–	9	(3,7)–	9	(5,10)–	11	(7,8)–	1	(9,11)–	5

(1,3)– 7 (2,5)– 2 (4,5)– 5 (6,7)– 5 (8,9)– 3 (10,11)– 8

(1,4)– 10 (2,6)– 7 (5,6)– 11 (6,8)– 6 (8,11)– 10

(2,3)– 7 (3,6)– 5 (5,9)– 9 (6,9)– 6 (9,10)– 9

7.2

(1,2)– 11 (2,4)– 3 (3,7)– 3 (5,10)– 5 (7,8)– 8 (9,11)– 2

(1,3)– 5 (2,5)– 1 (4,5)– 6 (6,7)– 10 (8,9)– 4 (10,11)– 3

(1,4)– 6 (2,6)– 11 (5,6)– 3 (6,8)– 9 (8,11)– 10

(2,3)– 11 (3,6)– 4 (5,9)– 1 (6,9)– 8 (9,10)– 10

7.3

(1,2)– 9 (2,4)– 11 (3,7)– 9 (5,10)– 10 (7,8)– 4 (9,11)– 10

(1,3)– 3 (2,5)– 4 (4,5)– 3 (6,7)– 2 (8,9)– 10 (10,11)– 10

(1,4)– 2 (2,6)– 4 (5,6)– 8 (6,8)– 9 (8,11)– 5

(2,3)– 6 (3,6)– 8 (5,9)– 3 (6,9)– 9 (9,10)– 10

7.4

(1,2)– 5 (2,4)– 3 (3,7)– 1 (5,10)– 7 (7,8)– 2 (9,11)– 9

(1,3)– 2 (2,5)– 7 (4,5)– 1 (6,7)– 9 (8,9)– 11 (10,11)– 2

(1,4)– 10 (2,6)– 9 (5,6)– 2 (6,8)– 10 (8,11)– 5

(2,3)– 3 (3,6)– 10 (5,9)– 10 (6,9)– 10 (9,10)– 6

Лабораторная работа № 8: Анализ сетевых графиков

Цель работы: Освоить метод критического пути для анализа сетевых графиков.

Задание. Рассматривая графы, представленные в задачах 7.1–7.4, как сетевые графики, провести их анализ.

Лабораторная работа № 9: Построение максимального потока

Цель работы: Освоить методы решения задачи о максимальном потоке в сети.

Задание. Для графов, представленных в задачах 7.1–7.4, найти максимальный поток из вершины $s = 1$ (источник) в вершину $t = 11$ (сток).

3.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Основные разделы дискретного программирования.
2. Структурные характеристики задач дискретного программирования .
3. Классификация моделей задач дискретного программирования .
4. Постановка и особенности задач дискретного программирования.
5. Общие сведения о методах решения задач дискретного программирования.
6. Постановка задачи о коммивояжере.
7. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
8. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма ветвей и границ.
9. Симметричный случай. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
10. Постановка задачи календарного планирования трех станков. Метод ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
11. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
12. Постановка задачи о назначениях. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок.
13. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода.
14. Постановка задачи об одномерном ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце.
15. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма.
16. О практической реализации метода ветвей и границ для одномерной задачи о ранце.
17. Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце.
18. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.
19. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о дереве подзадач.
20. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Операции на дереве подзадач.
21. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о подзадаче.
22. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Декомпозиция.
23. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Иерархические процедуры декомпозиции.
24. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Последовательная декомпозиция.
25. Определение и структура генетических алгоритмов.
26. Генетическое программирование. Решение комбинаторных задач генетическими алгоритмами.
27. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования.

28. Постановка задачи проектирования оптимальной сети коммуникаций. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса.

29. Постановка задачи проектирования оптимальной сети коммуникаций. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса.

30. Постановка задач. Алгоритм построения кратчайшего пути. Дерево кратчайших путей.

31. Постановка задач. Алгоритм построения пути наибольшей пропускной способности. Дерево путей наибольшей пропускной способности.

32. Постановка задачи. Алгоритм поиска всех кратчайших путей.

33. Постановка задач размещения на сетях. Задачи поиска центра.

34. Постановка задач размещения на сетях. Задачи поиска медиан.

35. Постановка задачи анализа сетевого графика. Временные параметры сетевого графика.

36. Постановка задачи анализа сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути.

37. Постановка задач оптимизации сетевых графиков. Коэффициент напряженности операции. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».

38. Постановка задач оптимизации сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».

39. Постановка задачи о максимальном потоке. Алгоритм поиска максимального потока в сети.

40. Постановка задачи о максимальном потоке. Сведение задачи о максимальном потоке в сети к задаче линейного программирования.

Форма проведения – письменный опрос.
Длительность опроса – 60 минут.
Критерии оценки:
- оценка «зачтено» выставляется за: умение извлекать основную, полную и необходимую информацию из пройденного на лекционных занятиях материала, умение читать и понимать тексты по специальности
- оценка «не зачтено» выставляется за: отсутствие навыков изучающего, просмотрового и поискового чтения, неумение оперировать профессионально-ориентированной литературы, отсутствие понимания пройденного материала.

4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Сесекин, А.Н. Задачи маршрутизации перемещений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Сесекин, А.А. Ченцов, А.Г. Ченцов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/677.
2. Юрьева, А.А. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/68470.
3. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 368 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/536.
4. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/41015.

5.2 Дополнительная литература:

1. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс]: учеб. / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 368 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2163.
2. Биоинспирированные методы в оптимизации [Электронный ресурс]: монография / Л.А. Гладков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59539.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia http://ru.wikipedia.org
2. Нейронные сети. Электронный учебник. StatSoft. http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html
3. ALGLIB User Guide - Классификация, регрессия, кластеризация, работа с данными - Нейронные сети http://alglib.sources.ru/dataanalysis/neuralnetworks.php
4. Введение в теорию нейронных сетей. PC Noon. http://www.orc.ru/~stasson/neurox.html
5. Лекции по теории и приложениям искусственных нейронных сетей http://alife.narod.ru/lectures/neural/Neu_ch05.htm
6. Проектирование систем управления \ Fuzzy Logic Toolbox С.Д.Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику" http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_7.php
7. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань». http://e.lanbook.com .

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу студентов. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Технологии эволюционного моделирования в математике сегодня рассматриваются как одно из главных новых направлений при решении задач дискретного и сетевого программированиям.

Основные направления роевых и нейросетевых технологий в математике:

– Генетические алгоритмы;
– Искуственные нейронные сети;
– Роевые алгоритмы.

Проведите анализ по одной из выбранных вами тематик (не менее 10 слайдов и 20 листов текста). Возможно использование звукового сопровождения, анимации (аудио-, и видеоматериала).

На первой странице слайда обязательно укажите Ф.И.О. автора, курс. Оценивается работа по следующим критериям:

– полнота представленного материала;
– оформление;
– представление и защита.

Темы презентаций и докладов

– Генетические алгоритмы и их программная поддержка.
– Роевые алгоритмы и их программная поддержка.
– Нейросетевые алгоритмы и их программная поддержка.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (разделы 1, 2 дисциплины).

3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет (разделы 1,2 дисциплины).

4. Statistica Neural Network (раздел 2 дисциплины).

5. Matlab Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, ANFIS (разделы 1 и 2 дисциплины).

8.2 Перечень информационных справочных систем

Обучающимся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, профессиональным справочным и поисковым системам:

Электронная библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека ONLINE» (http://www.biblioclub.ru)

Электронная библиотечная система издательства «Лань» (https://e.lanbook.com)

Электронная библиотечная система «Юрайт» (http://www.biblio-online.ru)

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (https://znanium.com)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) BOOK.ru (http://www.book.ru)

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)

Справочно-правовая система «Гарант» (http://www.garant.ru)

«Консультант студента» (www.studentlibrary.ru)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующим программным обеспечением, а также необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, техническими средствами обучения (современными ПЭВМ на базе процессоров Intel или AMD, объединёнными локальной сетью) с выходом в глобальную сеть Интернет, а также современным лицензионным программным обеспечением (операционная система Windows 8/10, пакет Microsoft Office, среды программирования MS Visual Studio и Delphi) (аудитории: 101, 102, 105, 106, 107, А301а)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (аудитории: 106, 106а. А301)

5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитория 102а, читальный зал).