

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

Хагуров Т.А.

подпись

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.02 «Теория абстрактных графов»

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем

Направленность (профиль) Технологии программирования

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория абстрактных графов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Программу составил:

Калайдин Е.Н.

д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики



Рабочая программа дисциплины «Теория абстрактных графов» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от 24.05.2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчик)

М.Х. Уртенев



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол № 13 от 18.05.2022 г

Заведующий кафедрой (выпускающей)

В. В. Подколзин


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 6 от 25.05.2022.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко


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 изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», в рамках которой преподается дисциплина.

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

1.2 Задачи дисциплины

- обучить студентов понятиям и методам теории абстрактных графов;
- подготовить к самостоятельному изучению тех разделов теории абстрактных графов и дискретного программирования, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе специалистов-математиков;
- познакомить студентов с понятиями и методами теории абстрактных графов, необходимыми для изучения математических методов и моделей по направлению 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория абстрактных графов» относится к «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Данная дисциплина (Теория абстрактных графов) тесно связана с дисциплинами: «Теория вероятностей с элементами математической статистики», «Задачи условной и безусловной оптимизации», «Фундаментальные дискретные модели». Она направлена на формирование знаний и умений обучающихся решать задачи оптимизации и математического моделирования конфликтных ситуаций в экономике, экологии и других областях. В курсе «Теория абстрактных графов» основное внимание уделяется модельному аспекту теории: от постановок задач теории абстрактных графов до аналитических и численных способов их решения. Она обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем математического моделирования; формирование компетенций в решении дискретных оптимизационных задач и математическом моделировании в экономике, экологии и других областях. В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на экономико-математической подготовке студентов, полученной при прохождении ООП бакалавриата, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин математического и экономического, естественнонаучного цикла ООП бакалавриата.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-2 Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности

Знать ИПК-2.1 (А/01.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок в конкретной области профессиональной деятельности
ИПК-2.2 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности

ИПК-2.3 (А/01.5 Зн.3) Методы и средства планирования и организации исследований и разработок в конкретной области профессиональной деятельности

ИПК-2.4 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в конкретной области профессиональной деятельности

Уметь ИПК-2.5 (А/01.5 У.2) Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

ИПК-2.6 (А/01.5 У.3) Применять существующие методы анализа научно-технической информации в конкретной области профессиональной деятельности

Владеть ИПК-2.8 (D/03.6 Тд.2) Проектирование структур данных при решении задач в конкретной области профессиональной деятельности

ПК-7 **Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования**

Знать ИПК-7.1 (D/03.6 Зн.1) Принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения, современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей

ИПК-7.2 (D/03.6 Зн.2) Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ИПК-7.4 (С/16.6 Зн.1) Языки программирования и работы с базами данных при реализации алгоритмов математических моделей

ИПК-7.6 (С/16.6 Зн.4) Возможности ИС, реализующей алгоритмы математических моделей

ИПК-7.14 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ИПК-7.15 (А/01.5 Др.1 Зн.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач математического моделирования на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

Уметь ИПК-7.16 (D/03.6 У.1) Использовать существующие типовые решения и шаблоны, современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ИПК-7.17 (D/03.6 У.2) Применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов при реализации конкретных алгоритмов математических моделей

Владеть

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		7					
Контактная работа, в том числе:	72,5	72,5					
Аудиторные занятия (всего):	68	68					
Занятия лекционного типа	34	34					
Лабораторные занятия	34	34					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	4,5	4,5					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
Самостоятельная работа, в том числе:	35,8	35,8					
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20					
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	15,8	15,8					
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:	35,7	35,7					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7					
Общая трудоемкость	час.	144	144				
	в том числе контактная работа	72,5	72,5				
	зач. ед	4	4				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	2	2		-	-
2.	Задача о коммивояжере	6	2		2	2
3.	Задача календарного планирования трех станков	6	2		2	2
4.	Задача о назначениях	6	2		2	2
5.	Задача об одномерном ранце	6	2		2	2
6.	Задач о многомерном ранце	6	2		2	2

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
7.	Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой поиска оптимального решения	6	2		2	2
8.	Задачи дискретного программирования большой размерности Алгоритмы решения биматричных игр	6	2		2	2
9.	Эволюционное моделирование	12	4		4	4
10.	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	12	4		4	4
11.	Задачи размещения на сетях. Анализ сетевых графиков	12	4		4	4
12.	Оптимизация сетевых графиков	8	2		2	4
13.	Задачи размещения на сетях	8	2		4	2
14.	Задача о максимальном потоке в сети	7,8	2		2	3,8
ИТОГО по разделам дисциплины		103,8	34		34	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Предмет, задачи и содержание курса. Постановка и особенности задач дискретного программирования. Общие сведения о методах решения задач дискретного программирования.	Опрос
2.	Задача о коммивояжере	Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. Симметричный случай. О практической реализации метода.	Проверка выполнения лабораторных работ. Док-лад-презентация
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.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
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	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы. Опрос по результатам индивидуального задания.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
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	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
7.	Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой поиска оптимального решения	Структура информации о дереве подзадач. Операции на дереве подзадач. Структура информации о подзадаче.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
8.	Задачи дискретного программирования большой размерности	Постановка задачи. Декомпозиция. Иерархические процедуры декомпозиции. Последовательная декомпозиция.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы. Опрос по результатам индивидуального задания.
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	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы. Опрос по результатам индивидуального задания.
10.	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	Постановка задачи. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса.	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы. Опрос по результатам индивидуального задания.
11.	Задачи размещения на сетях Анализ сетевых графиков	Постановка задач. Задачи поиска центра. Задачи поиска медиан. Постановка задачи. Временные параметры сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
12.	Оптимизация сетевых графиков	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	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
13.	Задачи размещения на сетях	Постановка задач. Коэффициент напряженности операции. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы.
14.	Задача о максимальном потоке в сети	Постановка задачи. Алгоритм поиска максимального потока в сети. Сведение задачи о максимальном потоке к задаче линейного программирования	Проверка выполнения лабораторных работ. Контрольные вопросы. Опрос по результатам индивидуального задания.

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Задача о коммивояжере	Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. Симметричный случай. О практической реализации метода.	ЛР
2.	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.	ЛР
3.	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	ЛР
4.	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.	ЛР, РГЗ
5.	Задач о многомерном ранце	Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце	ЛР
6.	Вопросы реализации алгоритмов с древовидной схемой поиска оптимального решения	Структура информации о дереве подзадач. Операции на дереве подзадач. Структура информации о подзадаче.	ЛР
7.	Задачи дискретного программирования большой размерности Алгоритмы решения биматричных игр	Постановка задачи. Декомпозиция. Иерархические процедуры декомпозиции. Последовательная декомпозиция.	ЛР, РГЗ
8.	Эволюционное моделирование	Определение и структура генетических алгоритмов. Генетическое программирование. Решение комбинаторных задач генетическими алгоритмами. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования	ЛР, РГЗ
9.	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	Постановка задачи. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса.	ЛР, РГЗ
10.	Задачи размещения на сетях. Анализ сетевых графиков	Постановка задач. Задачи поиска центра. Задачи поиска медиан. Постановка задачи. Временные параметры сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
11.	Оптимизация сетевых графиков	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	ЛР
12.	Задачи размещения на сетях	Постановка задач. Коэффициент напряженности операции. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».	ЛР
13.	Задача о максимальном потоке в сети	Постановка задачи. Алгоритм поиска максимального потока в сети. Сведение задачи о максимальном потоке к задаче линейного программирования	ЛР, РГЗ

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые проекты не предусмотрены

.....

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
7	Л, ЛР	Комбинаторные задачи оптимизации	10
7	Л, ЛР	Задачи оптимизации на сетях	6
Итого			16

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

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

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.

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Компьютерное моделирование».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме эссе, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий лабораторных работ, контрольных вопросов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и индивидуальных заданий к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.1 Способен проводить исследование актуальных и значимых задач прикладной математики и информатики	ИПК-2.1 (А/01.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок в конкретной области профессиональной деятельности ИПК-2.2 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности ИПК-2.3 (А/01.5 Зн.3) Методы и средства	Проверка выполнения домашних работ (РЗ)	Вопрос на экзамене 1-6

		<p>планирования и организации исследований и разработок в конкретной области профессиональной деятельности ИПК-2.4 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в конкретной области профессиональной деятельности</p>		
2		<p>ИПК-2.5 (А/01.5 У.2) Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ИПК-2.6 (А/01.5 У.3) Применять существующие методы анализа научно-технической информации в конкретной области профессиональной деятельности</p>	Проверка выполнения домашних работ (РЗ)	Вопрос на экзамене 4-7
3		<p>ИПК-2.8 (D/03.6 Тд.2) Проектирование структур данных при решении задач в конкретной области профессиональной деятельности</p>	Проверка выполнения домашних работ (РЗ)	Вопрос на экзамене 8-11
4	ИПК-7.1. Способен использовать методы разработки алгоритмов математических моделей	<p>ИПК-7.1 (D/03.6 Зн.1) Принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения, современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей ИПК-7.2 (D/03.6 Зн.2) Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования ИПК-7.15 (А/01.5 Др.1 Зн.) Деятельность, направленная на решение</p>	Проверка выполнения домашних работ (РЗ)	Вопрос на экзамене 12-15

		задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач математического моделирования на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования		
5		(D/03.6 У.1) Использовать существующие типовые решения и шаблоны, современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	Аудиторная контрольная работа №1 Проверка выполнения домашних работ, КСР	Вопрос на экзамене 10-20

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

4.1.1. Вопросы контрольного опроса в рамках занятий лекционного и семинарского типа

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Лабораторная работа № 1: Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ (ИПК 7.1, ИПК2.8)

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

1.2

$$\begin{pmatrix} - & 36 & 16 & 19 & 37 & 40 \\ 36 & - & 20 & 23 & 28 & 36 \\ 20 & 12 & - & 18 & 20 & 16 \\ 32 & 24 & 18 & - & 20 & 38 \\ 37 & 20 & 12 & 28 & - & 32 \\ 22 & 17 & 18 & 30 & 40 & - \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} - & 4 & 31 & 23 & 7 & 10 \\ 6 & - & 4 & 10 & 4 & 4 \\ 22 & 10 & - & 20 & 23 & 26 \\ 14 & 6 & 22 & - & 15 & 35 \\ 27 & 10 & 32 & 39 & - & 16 \\ 13 & 10 & 12 & 27 & 39 & - \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа № 2: Решение задачи календарного планирования трех станков методом ветвей и границ (ПК-2.5, ПК-7.3)

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

Лабораторная работа № 3: Метод ветвей и границ для задачи о назначениях (ПК-2.4, ПК-7.5)

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.

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

Лабораторная работа № 4: Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце (ПК-2.4, ПК-7.5)

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:

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

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

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
-------	---	---	---	---	---	---	----	----	---	---

Лабораторная работа № 5: Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце (ПК-2.5, Пк-7.6)

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:

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

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

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

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
a_{2i}	2	1	9	2	3	1	8	2	4	5
a_{3i}	4	7	2	6	8	4	9	10	1	2

$R_1 = 44$

$R_2 = 25$

$R_3 = 36$

c_i	11	11	10	1	8	11	2	8	11	2
a_{1i}	10	9	11	8	8	6	5	9	10	2
a_{2i}	6	10	9	7	5	6	6	6	8	2
a_{3i}	9	7	3	5	8	6	5	8	6	1

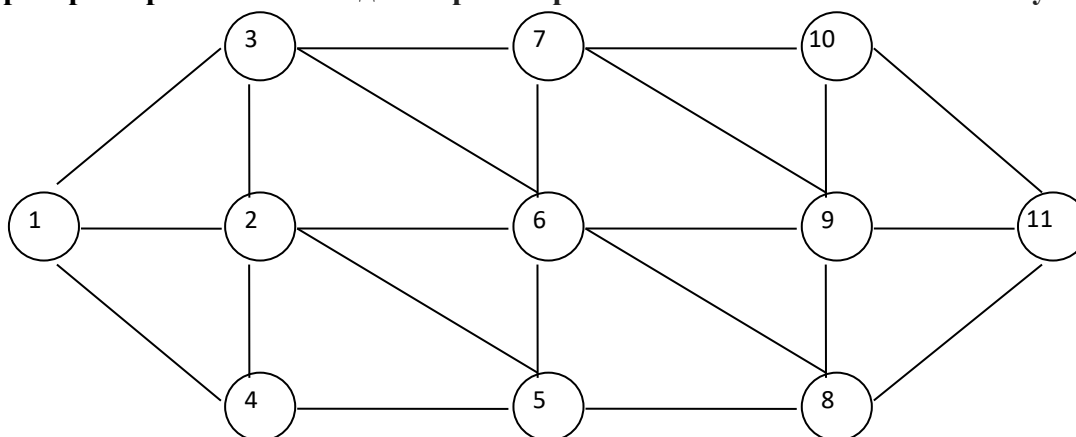
$R_1 = 52$

$R_2 = 44$

$R_3 = 39$

Задачи оптимизации на сетях. (ПК-2.2, ПК-7.2)

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.

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		

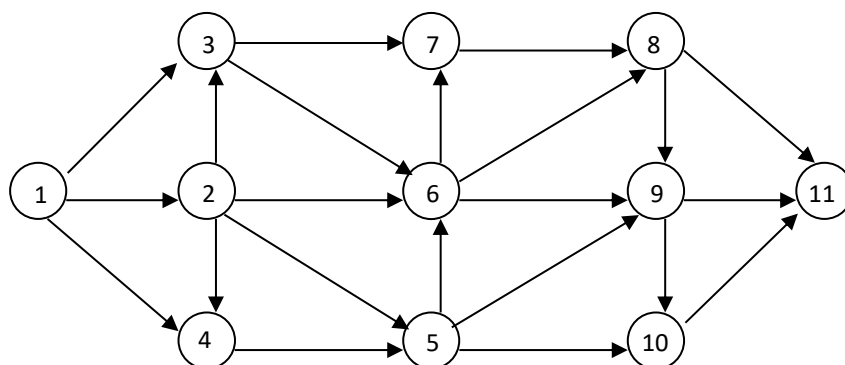
6.2

(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		

Лабораторная работа № 7: Задача поиска кратчайших путей из заданного пункта (ПК-2.4, ПК-7.5)

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.



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	

Лабораторная работа № 8: Анализ сетевых графиков (ПК-2.4, ПК-2.8, ПК-7.5, -7.6)

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

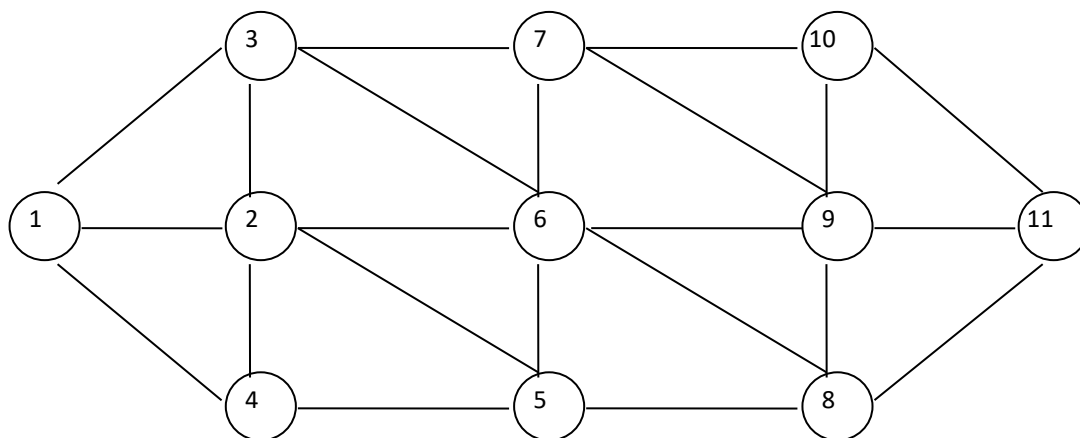
Цель работы: Освоить методы решения задачи о максимальном потоке в сети.

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

Контрольная работа № 1: Задача проектирования наиболее надежной (защищенной) сети коммуникаций

Цель работы: Освоить методы проектирования надежных сетей коммуникаций.

Задание. В задачах 8.1 – 8.5 для заданного графа, изображенного на рис. 3, построить наиболее надежную (защищенную) сеть.



8.1

(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		

8.2

(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		

Контрольная работа № 2: Задачи размещения на графах ПК-2.4, ПК-2.8, ПК-7.5, -7.6)

Цель работы: Освоить методы размещения на графах.

Задание. В задачах 8.1 – 8.5 для заданного графа, изображенного на рис. 3, найти центр и медиану сети.

Вопросы для подготовки к экзамену ПК-2.4,-2.5, ПК-2.8, ПК-7.5, -7.6,7.8)

Примерный перечень вопросов к экзамену

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.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для успешного выполнения лабораторной работы обучающемуся следует ознакомиться с теоретической частью дисциплины по теме лабораторной работы, изложенной в лекциях [5]. С целью более полного и углубленного понимания теоретического материала могут быть использованы источники, указанные в списке основной литературы [1-6], дополнительной [1, 2], а также Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, указанный в п.6.

Критерием должной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ являются приобретенные знания, позволяющие безошибочно ответить на вопросы, сформулированные по каждой теме лабораторных работ. Для приобретения должных навыков к решению задач предполагается решение задач на лабораторных занятиях в учебных аудиториях под руководством преподавателя. Закрепление приобретенных навыков осуществляется внеаудиторным самостоятельным решением студентом задач.

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;

– высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации 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 студентов.

Зачеты по лабораторным занятиям проставляются на основе работы студентов на лабораторных занятиях, при успешном написании контрольных работ, а также путем их опросов. Возможно получения зачетов студентами, без опроса, если активно участвовали в занятиях.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Основная литература:

1. Клековкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для вузов / Г. А. Клековкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 240 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04812-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492706> (дата обращения: 17.11.2022).

2. Иванов, Б. Н. Дискретная математика и теория графов : учебное пособие для вузов / Б. Н. Иванов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14470-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497014> (дата обращения: 17.11.2022).

3. Клековкин, Г. А. Теория графов. Среда MaXima : учебное пособие для вузов / Г. А. Клековкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10084-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492707> (дата обращения: 17.11.2022).

4. Быкова, В. В. Комбинаторные алгоритмы: множества, графы, коды/Быкова В.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 152 с.: ISBN 978-5-7638-3155-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550333> (дата обращения: 17.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах *«Лань»* и *«Юрайт»*.

5.2 Дополнительная 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>.

5. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41015>.

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
- 3.

5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNIANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

5.5. Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

5.6. Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

5.7. Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);

4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

5.8. Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятиями теории вероятностей и освоиться в решении практических задач.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Курс теории вероятностей».

Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

- работа на лабораторных занятиях и конспекты лекций могут выполняться на отдельных листах либо непосредственно в рабочей тетради;
- оформление индивидуальных заданий желательно на отдельных листах.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.

2. Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.

3. Использование математических пакетов при выполнении индивидуальных заданий.

4. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>

5. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

7. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

8. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>

9. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>

10. Полная математическая база данных zbMATH <https://zbmath.org/>

11. www.statlab.kubsu.ru

12. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

13. <http://statsoft.ru/solutions/>

14. <http://window.edu.ru/window/catalog>

15. <http://www.exponenta.ru>

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.

2. Интегрированное офисное приложение MS Office.

3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

2. Электронная библиотека КубГУ <http://212.192.128.113/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=Электронный>

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

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

5. ЭБС Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО Издательство «Лань»

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru ООО «Директ-Медиа»
7. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru> ООО «КноРус медиа»
8. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ООО «ЗНАНИУМ»

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются - проекционное оборудование (цифровой проектор, экран, ноутбук, интерактивная доска).

Для проведения занятий используются аудитории с учебной мебелью (столы, стулья), соответствующей количеству студентов и позволяющей осуществлять упражнения по моделированию компьютерные классы. Студенты и преподаватели вуза имеют постоянный доступ к электронному каталогу учебной, методической, научной литературе, периодическим изданиям и архиву статей.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
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	Компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с лицензионным программным обеспечением, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (аудитории: 101, 102, 106, 106а, 105/1, 107(2), 107(3), 107(5), А301).
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 (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).

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.