

**КАЗАНСКИЙ КООПЕРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
АВТОНОМНОЙ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДИСКРЕТНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Специальность: 10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация: «Разработка защищенного программного обеспечения»

Формы обучения: очная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 3 з.е.

в академических часах: 108 ак.ч.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Рабочая программа по дисциплине «Дискретное программирование» по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, специализации «Разработка защищенного программного обеспечения», составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «26» ноября 2020 г. № 1459, профессионального стандарта 06.032 «Специалист по безопасности компьютерных систем и сетей», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 г. № 533н, профессионального стандарта 06.033 «Специалист по защите информации в автоматизированных системах», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 г. №525н.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры естественных дисциплин, сервиса и туризма от 25 марта 2025 г., протокол № 6

одобрена Научно-методическим советом Казанского кооперативного института (филиала) от 2 апреля 2025 г., протокол № 3

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	5
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1. Содержание дисциплины	6
5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий	7
6. Практические занятия	9
7. Лабораторные работы	9
8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	10
9. Самостоятельная работа студента	10
10. Оценивание результатов обучения и уровня сформированности компетенций	16
11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
12. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.....	17
13. Материально–техническое обеспечение дисциплины	18
Обновление рабочей программы дисциплины (модуля)	20

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цели определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по специальности подготовки «Компьютерная безопасность», в рамках которой преподается дисциплина. Целью освоения учебной дисциплины «Дискретное программирование» является развитие общепрофессиональных компетентностей приобретения практических навыков использования математических моделей, теории графов и методов дискретной оптимизации, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

Основные задачи изучения дисциплины:

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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дискретное программирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы – программы специалитета по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность специализация «Разработка защищенного программного обеспечения».

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики	Изучаемые в текущем семестре дисциплины (модули), практики	Последующие дисциплины (модули), практики
ОПК-7	Основы программирования Методы программирования Объектно-ориентированное программирование	Дискретное программирование	Интерпретируемые языки программирования

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций.

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-7 Способен создавать программы на языках высокого и низкого уровня, применять методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач, осуществлять обоснованный выбор инструментария программирования и способов организации программ	ОПК-7.1 Демонстрирует умение создавать программы на языках высокого уровня, применять методы и инструментальные средства структурного и объектно-ориентированного программирования для решения профессиональных задач	Знать: основные базовые алгоритмы для решения стандартных задач программирования Уметь: реализовать базовые алгоритмы для решения стандартных задач программирования в виде программы Владеть: методами и инструментальными средствами структурного и объектно-ориентированного программирования для решения профессиональных задач
	ОПК-7.4 Демонстрирует умение создавать программы на языках высокого уровня, применять методы визуального объектного моделирования в области разработки программ и соответствующие инструментальные средства в процессе решения профессиональных задач	Знать: основные базовые алгоритмы для решения стандартных задач программирования Уметь: реализовать базовые алгоритмы для решения стандартных задач программирования в виде программы Владеть: методами визуального объектного моделирования в области разработки программ и соответствующих инструментальных средств в процессе решения профессиональных задач

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины и виды учебной работы в академических часах с выделением объема контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся

очная форма обучения

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	По семестрам
		5
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем:	69	69
Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	68	68
• занятия лекционного типа	34	34
• занятия семинарского типа:	34	34
практические занятия	-	-
лабораторные занятия	34	34
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-
Консультации	0,5	0,5

Контактные часы на аттестацию в период экзаменационных сессий		0,5	0,5
2. Самостоятельная работа студентов всего, в том числе		39	39
- подготовка курсовой работы		-	-
- проработка учебного (теоретического) материала		15	15
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям		15	15
- подготовка к зачету		9	9
Промежуточная аттестация: зачет		-	-
ИТОГО:	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Графическое решение задач линейного программирования

Постановка задачи линейного программирования. Построение области допустимых решений. Виды областей. Нахождение оптимального решения

Тема 2. Решение задач линейного программирования симплекс-методом

Каноническая ЗЛП. Допустимые и оптимальные множества. Необходимое и достаточное условие опорного решения. Критерий оптимальности. Признак неограниченности целевой функции. Алгоритм симплекс-метода

Тема 3. Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса

Критерий разрешимости М-задачи. Алгоритм метода искусственного базиса.

Тема 4. Двойственная задача

Понятие взаимно-двойственных задач, построение двойственной задачи. Теоремы двойственности

Тема 5. Решение задач дробно-линейного программирования

Постановка задачи дробно-линейного программирования, алгоритм замены переменных, критерий разрешимости

Тема 6. Двойственный симплекс-метод

Понятие двойственного симплекс-метода, основные понятия, определения и теоремы

Тема 7. Решение задач линейного программирования с параметром

в целевой функции

Постановка задачи. Основные теоремы и критерии исследования задачи с параметром

Тема 8. Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений

Постановка задачи. Основные теоремы и критерии исследования задачи с параметром

Тема 9. Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)

Целочисленное программирование. Критерий разрешимости. Основные теоремы. Алгоритм метода Гомори.

Тема 10. Решение транспортных задач линейного программирования

Различные методы построения опорного плана транспортной задачи, сравнение. Метод потенциалов решения ТЗ.

Тема 11. Решение задачи о назначениях. Метод Мака

Постановка задачи о назначениях. Алгоритм метода Мака.

Тема 12. Решение матричных игр симплекс-методом

Понятие матричной игры. Сведение к задаче линейного программирования, симплекс-метод решения матричной игры

Тема 13. Решение матричных игр графическим методом

Сведение матричной игры к размерности $2 \times n$, $n \times 2$. Графический способ решения.

Тема 14. Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ

Схема метода ветвей и границ для общей задачи дискретного программирования. Постановка задачи о коммивояжере, алгоритм решения

Тема 15. Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ

Схема метода ветвей и границ для общей задачи дискретного программирования. Постановка задачи о назначениях, алгоритм решения.

5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------------	--	-----------------------------------

		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки (лабораторные работы)	самос- тоятельная работа	
1	Графическое решение задач линейного программирования	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
2	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
3	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
4	Двойственная задача	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
5	Решение задач дробно-линейного программирования	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
6	Двойственный симплекс-метод	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
7	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
8	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
9	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
10	Решение транспортных задач линейного программирования	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
11	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
12	Решение матричных игр симплекс-методом	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
13	Решение матричных игр графическим методом	2	2/2	2	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
14	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	4	4/4	4	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
15	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	4	4/4	9	ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.4
	Всего	34	34/34	9	

6. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

7. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание лабораторных работ	Объем (час.)
			Очная форма обучения
1.	Графическое решение задач линейного программирования	Графическое решение задач линейного программирования	2
2.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	2
3.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	2
4.	Двойственная задача	Составление двойственной задачи.	2
5.	Решение задач дробно-линейного программирования	Решение задач дробно-линейного программирования	2
6.	Двойственный симплекс-метод	Решение задач двойственным симплекс-методом	2
7.	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	2
8.	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	2
9.	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	2
10.	Решение транспортных задач линейного программирования	Решение транспортных задач линейного программирования	2
11.	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	2

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание лабораторных работ	Объем (час.)
			Очная форма обучения
12.	Решение матричных игр симплекс-методом	Решение матричных игр симплекс-методом	2
13.	Решение матричных игр графическим методом	Решение матричных игр графическим методом	2
14.	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	4
15.	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	4
	Всего		34

8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

9. Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Дискретное программирование» направлена на:

- освоение нормативных правовых актов и учебной литературы, необходимых для освоения дисциплины;
- самостоятельный поиск информации в Интернете и других источниках;
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- подготовку к зачету.

Краткие рекомендации по выполнению самостоятельной работы:

Успешное усвоение дисциплины предполагает большой, упорный, серьезный, систематический труд студентов. Важнейшая его составная часть – выполнение разных видов самостоятельной работы.

1. **Составление тематического конспекта** на основе изученной основной и дополнительной учебной литературы. В тематическом конспекте за основу берется содержание темы, вопросы для обсуждения.

Этапы работы.

1.1 Конспектирование делается только после того, как прочитан или усвоен материал для конспектирования.

1.2. Необходимо мысленно или письменно составить план конспекта. По этому плану и будет строиться конспект далее.

1.3. Составление самого конспекта. Можно сказать, что конспект – это

расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, содержащимися в материалах для конспекта, а также собственными мыслями и положениями составителя конспекта.

Писать конспект рекомендуется четко и разборчиво. В конспекте можно выделять места текста в зависимости от их значимости. Для этого применяются различного размера буквы, подчеркивания, замечания на полях.

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

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примеры индивидуальных заданий

Индивидуальное задание № 1:

В задачах 1.1 - 1.118 для заданных

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \text{ и } C = (c_1 \ c_2) \text{ решить графическим методом задачу}$$

линейного программирования

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max,$$

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 \leq b_1,$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 \leq b_2,$$

$$a_{31} x_1 + a_{32} x_2 \leq b_3,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

$$1.1. A = \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ 0 & 5 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 3 \\ 25 \\ 10 \end{pmatrix}; C = (6, 5).$$

$$1.2. A = \begin{pmatrix} 6 & 0 \\ 1 & 2 \\ -4 & 2 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 24 \\ 16 \\ 6 \end{pmatrix}; C = (2, 1).$$

$$1.3. A = \begin{pmatrix} 2 & -30 \\ -14 & 16 \\ 17 & 23 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 18 \\ 80 \\ 709 \end{pmatrix};$$

$$1.4. A = \begin{pmatrix} 6 & -1 \\ 0 & 3 \\ -4 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 18 \\ 18 \\ 2 \end{pmatrix}; C = (8, 1).$$

$C = (5, 1).$

$$1.5. A = \begin{pmatrix} 7 & -2 \\ 0 & 3 \\ -5 & 2 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 21 \\ 21 \\ 4 \end{pmatrix}; C = (7, 1).$$

$$1.6. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}; C = (3, 8).$$

$$1.7. A = \begin{pmatrix} 10 & -3 \\ 3 & 7 \\ -8 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 50 \\ 94 \\ 5 \end{pmatrix}; C = (6, 4).$$

$$1.8. A = \begin{pmatrix} 14 & -13 \\ 11 & 12 \\ -16 & 8 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 98 \\ 388 \\ 72 \end{pmatrix};$$

$C = (3, 7).$

Индивидуальное задание № 2

Задачу линейного программирования из 1.1–1.18 привести к каноническому виду и решить симплекс-методом

Индивидуальное задание № 3 Задание. В задачах 3.1 – 3.102 для заданных

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \text{ и}$$

$C = (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5)$ решить симплекс-методом каноническую задачу линейного программирования

$$l(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5 \rightarrow \max ;$$

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + a_{i3}x_3 + a_{i4}x_4 + a_{i5}x_5 = b_i, i = 1, 2, 3;$$

$$x_1, \dots, x_5 \geq 0.$$

Индивидуальное задание № 13

Задание 1. Для игры заданной платежной матрицей A в упражнениях 13.1 – 13.102 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

Задание 2. Для игры заданной платежной матрицы $C = A(E)$, где A из 13.1 – 13.102 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

$$12.1 A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 9 \\ 7 & 9 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$13.2 A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$13.3 A = \begin{pmatrix} 9 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$13.4 A = \begin{pmatrix} 7 & 9 & 2 \\ 6 & 3 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$13.5 A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.6 A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 6 & 9 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.7 A = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 8 \\ 3 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$13.8 A = \begin{pmatrix} 8 & 7 & 2 \\ 3 & 5 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.9 A = \begin{pmatrix} 2 & 8 & 4 \\ 7 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Индивидуальное задание № 14

Задание. В задачах 2.1 – 2.106 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.

2.1

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

2.2

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

2.3

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

2.4

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

2.5

$$\begin{pmatrix} - & 43 & 38 & 36 & 10 & 37 \\ 31 & - & 34 & 31 & 6 & 36 \\ 22 & 13 & - & 22 & 6 & 25 \\ 39 & 18 & 26 & - & 10 & 25 \\ 18 & 16 & 10 & 10 & - & 16 \\ 34 & 31 & 12 & 25 & 6 & - \end{pmatrix}.$$

2.6

$$\begin{pmatrix} - & 22 & 27 & 4 & 7 & 23 \\ 18 & - & 22 & 4 & 20 & 18 \\ 41 & 43 & - & 12 & 42 & 21 \\ 10 & 10 & 4 & - & 6 & 12 \\ 44 & 37 & 19 & 12 & - & 24 \\ 33 & 43 & 28 & 10 & 19 & - \end{pmatrix}$$

индивидуальное задание № 14

Задание. В задачах 4.1–4.108 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.

$$4.1 \ C = \begin{pmatrix} 11 & 9 & 10 & 15 & 1 \\ 17 & 12 & 13 & 18 & 8 \\ 9 & 8 & 15 & 12 & 11 \\ 6 & 11 & 13 & 16 & 6 \\ 12 & 14 & 14 & 10 & 9 \end{pmatrix}, \quad 4.2 \ C = \begin{pmatrix} 10 & 3 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 3 & 4 & 6 \\ 10 & 7 & 6 & 6 & 10 \\ 8 & 9 & 1 & 11 & 6 \\ 11 & 12 & 8 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$4.3 \ C = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 12 & 1 & 11 \\ 6 & 6 & 13 & 6 & 10 \\ 10 & 2 & 13 & 7 & 12 \\ 6 & 7 & 11 & 3 & 5 \\ 6 & 4 & 4 & 5 & 7 \end{pmatrix}, \quad 4.4 \ C = \begin{pmatrix} 6 & 15 & 11 & 6 & 4 \\ 3 & 14 & 10 & 7 & 10 \\ 8 & 15 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 6 & 3 & 2 & 5 \\ 12 & 20 & 9 & 15 & 15 \end{pmatrix}.$$

$$4.5 \ C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 12 & 14 & 9 \\ 4 & 4 & 9 & 12 & 10 \\ 7 & 1 & 15 & 10 & 12 \\ 3 & 4 & 10 & 17 & 7 \\ 4 & 6 & 12 & 10 & 10 \end{pmatrix}, \quad 4.6 \ C = \begin{pmatrix} 16 & 12 & 11 & 10 & 15 \\ 11 & 9 & 3 & 1 & 6 \\ 12 & 10 & 6 & 3 & 6 \\ 13 & 20 & 16 & 13 & 15 \\ 17 & 15 & 8 & 4 & 14 \end{pmatrix}.$$

$$4.7 C = \begin{pmatrix} 4 & 10 & 10 & 14 & 9 \\ 4 & 14 & 12 & 15 & 9 \\ 1 & 4 & 1 & 6 & 5 \\ 6 & 2 & 1 & 6 & 7 \\ 3 & 4 & 3 & 3 & 5 \end{pmatrix}, \quad 4.8 C = \begin{pmatrix} 7 & 11 & 4 & 12 & 8 \\ 10 & 14 & 9 & 12 & 7 \\ 7 & 11 & 10 & 17 & 5 \\ 4 & 2 & 5 & 10 & 1 \\ 5 & 11 & 9 & 17 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$4.9 C = \begin{pmatrix} 9 & 13 & 2 & 11 & 12 \\ 12 & 18 & 12 & 14 & 15 \\ 1 & 14 & 7 & 15 & 7 \\ 9 & 11 & 6 & 13 & 12 \\ 3 & 11 & 4 & 7 & 3 \end{pmatrix}, \quad 4.10 C = \begin{pmatrix} 8 & 16 & 7 & 6 & 6 \\ 6 & 18 & 9 & 12 & 10 \\ 1 & 10 & 9 & 3 & 6 \\ 3 & 12 & 8 & 2 & 10 \\ 11 & 14 & 15 & 13 & 11 \end{pmatrix}$$

$$4.4 C = \begin{pmatrix} 9 & 2 & 7 & 2 & 10 \\ 14 & 12 & 13 & 3 & 11 \\ 12 & 5 & 1 & 4 & 5 \\ 10 & 3 & 9 & 1 & 4 \\ 7 & 6 & 9 & 3 & 5 \end{pmatrix}, \quad 4.12 C = \begin{pmatrix} 16 & 9 & 15 & 5 & 9 \\ 14 & 16 & 11 & 11 & 13 \\ 10 & 17 & 10 & 6 & 12 \\ 9 & 13 & 10 & 3 & 1 \\ 10 & 10 & 9 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Метод Жордана-Гаусса решения СЛУ.
2. Преобразование однократного замещения.
3. Симплексные преобразования.
4. Задачи математического программирования (линейные и нелинейные): основные определения. Задача линейного программирования. Основные свойства задачи линейного программирования.
5. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными.
6. Графический метод решения ЗЛП с n переменными.
7. Симплексный метод решения ЗЛП.
8. Метод искусственного базиса при решении ЗЛП.
9. Математические модели двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод.
10. Математическая модель транспортной задачи. Опорное решение транспортной задачи. Метод потенциалов.
11. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность. Транспортная задача по критерию времени.
12. Матричная игра как модель конфликтной ситуации. Матрица игры двух лиц с нулевой суммой. Верхняя и нижняя цена игры, седловая точка.
13. Чистые и смешанные стратегии игроков. Средний ожидаемый выигрыш. Оптимальные стратегии игроков и цена игры.
14. Графическое решение матричной игры.
15. Основные разделы дискретного программирования.
16. Структурные характеристики задач дискретного программирования
17. Классификация моделей задач дискретного программирования.
18. Постановка и особенности задач дискретного программирования.
19. Общие сведения о методах решения задач дискретного программирования.

20. Постановка задачи о коммивояжере.
21. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
22. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма ветвей и границ.
23. Симметричный случай. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
24. Постановка задачи календарного планирования трех станков. Метод ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
25. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
26. Постановка задачи о назначениях. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок.
27. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода.
28. Постановка задачи об одномерном ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце.
29. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма.
30. О практической реализации метода ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. стр. 18 из 25
31. Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце.
32. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.
33. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о дереве подзадач.
34. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Операции на дереве подзадач.
35. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о подзадаче.
36. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Декомпозиция.
37. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Иерархические процедуры декомпозиции.
38. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Последовательная декомпозиция.
39. Определение и структура генетических алгоритмов.
40. Генетическое программирование. Решение комбинаторных задач генетическими алгоритмами.
41. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования.
42. Постановка задачи проектирования оптимальной сети коммуникаций. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм

построения покрывающего дерева минимального веса.

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

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

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

46. Постановка задачи. Алгоритм поиска всех кратчайших путей.

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

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

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

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

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

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

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

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

10. Оценивание результатов обучения и уровня сформированности компетенций

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с оценочными материалами.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Юрьева. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 432 с. - URL:<https://e.lanbook.com/book/212210> (дата обращения: 06.04.2022). - Режим доступа: для авториз.пользователей. - ISBN 978-5-8114-1585-4. - Текст : электронный.<https://e.lanbook.com/book/212210>

2. Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В.В. Колбин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211448> (дата обращения: 01.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-1536-6. - Текст :

электронный. Ссылка на ресурс: <https://e.lanbook.com/book/211448>

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://e4anbook.com/book/2163>.

2. Биоинспирированные методы в оптимизации [Электронный ресурс]: монография / Л.А. Гладков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 384 с. — Режим стр. 20 из 25 доступа: <https://e4anbook.com/book/59539>.

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://e4anbook.com/book/536>.

4. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/41015>.

Электронные библиотечные системы (ЭБС) и электронные образовательные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM <https://www.znanium.com>

2. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий «East View» (ИВИС) <https://dlib.eastview.com/>

3. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» www.book.ru

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>

5. ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт» <https://lib.rucont.ru/search>

6. Образовательная платформа ЮРАЙТ <http://www.urait.ru>

Электронный каталог Университета – Автоматизированная информационная библиотечная система (АИБС «МегаПро»)

12. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины

Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

– DsktpEdu ALNG LicSARk OLV F1 1Y Acdmc Ent (MS Windows) (подписка на ПО).

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

– 7-Zip (свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия

данных) (отечественное ПО).

- FastStone Image Viewer (программа для просмотра изображений в Microsoft Windows (лицензия бесплатного программного обеспечения)).

- Foxit Reader (Бесплатное прикладное программное обеспечение для просмотра электронных документов в стандарте PDF (лицензия бесплатного программного обеспечения)).

- Indigo (система программ для создания и проведения компьютерного тестирования знаний).

- Google Chrome, ЯндексБраузер (браузер).

- Adobe Acrobat Reader DC (• ПО для просмотра, печати и комментирования документов в формате PDF)

- Visual Studio Code (интегрированная среда разработки программного обеспечения)

Профессиональные базы данных не используются.

Информационные справочные системы:

- СПС КонсультантПлюс. Компьютерная справочная правовая система, широко используется учеными, студентами и преподавателями (подписка на ПО)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной

13. Материально–техническое обеспечение дисциплины

Образовательный процесс обеспечен учебными аудиториями для проведения учебных занятий, а именно для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещениями для самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рабочее место преподавателя (стол, стул), рабочие места обучающихся, доска для написания мелом, кафедра.

Технические средства обучения: персональный компьютер-1, мультимедийное оборудование (проектор, проекционный экран) - 1

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий. Аудитория информационных технологий

Рабочее место преподавателя (стол, стул), рабочие места обучающихся:

Технические средства обучения:

персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» - 15, сетевое оборудование.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»

и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института.

Рабочие места обучающихся.

Технические средства обучения: персональный компьютер - 13.

Учебные аудитории соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам, укомплектованы учебной мебелью.

Обновление рабочей программы дисциплины (модуля)

Наименование раздела рабочей программы, в который внесены изменения

(измененное содержание раздела)

обсуждено и рекомендовано к утверждению решением кафедры
наименование кафедры

от ____ ____ 20__ г., протокол № ____

одобрено Научно-методическим советом ____ от ____ ____ 20__ г.,
протокол № ____