Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Костровец Лариса Борисовна
Должность: директор
Дата подписания: 02.10.2026 00:12:43
Уникальный программный ключ:
6882606104c36dbde41c4ab93a65382136a292d6

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.09 Исследование операций

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

09.03.03 Прикладная информатика
(код, наименование направления подготовки/специальности)

Прикладная информатика в управлении корпоративными информационными системами
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения
(форма обучения)

Год набора - 2026
Донецк

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Заведующий кафедрой:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Рабочая программа дисциплины Б1.О.02.09 Исследование операций одобрена на заседании кафедры информационных технологий факультета государственной службы и управления Донецкого филиала РАНХиГС.

протокол № 7 от «05» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

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

Дисциплина Исследование операций обеспечивает формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)	Код компетенции	Наименование Компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижения компетенций	Образовательный результат
–	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.4	Применяет системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	**З-1 Знает** методы системного анализа и исследования операций У-1 **Умеет** формализовать и решать прикладные задачи с использованием системного подхода.

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:
3,00 з.е., 108 ак.час
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 65 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 18 ак.час на лекции и 36 ак.час на практические занятия. 25 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.О.02.09 Исследование операций на 3 курсе в 5 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при освоении следующих дисциплин: Основы экономической теории, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ и дифференциальные уравнения, Методы оптимизации.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час												Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий									Самостоятельная работа			
			Период теоретического обучения						Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Каттэк	Контроль	СРкр	СРэк	СР	
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Тема 1	Основные понятия теории матричных игр. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования		2			4								2	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 2	Модели динамического программирования. Метод функциональных уравнений		2			4								2	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 3	Многокритериальная задача. Поэтапное сравнение		2			4								3	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание

Тема 4	Оптимальная стратегия принятия решений для последовательности независимых событий		2			4							3	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 5	Сетевое планирование		4			8							6	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 6	Потоки в сетях		2			4							3	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 7	Исчерпывающий поиск. Построение кратчайших путей на графе. Метод ветвей и границ		2			4							3	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 8	Элементы теории расписаний		2			4							3	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
	Промежуточная аттестация	29							2	9		18		**Экзамен**
ИТОГО		**108**	**18**			**336**			**2**	**9**		**18**	**25**	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.
СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.
СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории матричных игр. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Основные понятия теории игр (игроки, стратегии, платежная матрица, седловая точка, нижняя и верхняя цена игры). Принятие решений на основе математических ожиданий. Графический метод решения. Сведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 2. Модели динамического программирования. Метод функциональных уравнений. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Модели ДП (многошаговые процессы). Метод функциональных уравнений Беллмана (принцип оптимальности). Задачи распределения ресурсов, замены оборудования.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 3. Многокритериальная задача. Поэтапное сравнение. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Постановка многокритериальной задачи. Метод поэтапного сравнения альтернатив (Парето-оптимальность, взвешенные критерии).

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 4. Оптимальная стратегия принятия решений для последовательности независимых событий. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Оптимальная стратегия остановки, выбор стратегии, обеспечивающей наибольший в среднем выигрыш, задача о выборе кандидата на должность. Правило порогового значения. Применение в управлении проектами и выборе наилучшего варианта.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 5. Сетевое планирование. ОПК-1.2.

Содержание лекций: Графы: основные понятия, способы задания графов. Сетевой график: основные понятия и определения, параметры сетевого графика, критический путь. Изменение сроков проекта за счет изменения его стоимости. Оптимальное по времени распределение ограниченных ресурсов: линейная диаграмма, постановка задачи, распределение работ по ресурсам.

Практическая подготовка (практическое занятие): обсуждение вопросов лекционного занятия. Алгоритмическая реализация.

Тема 6. Потоки в сетях. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Основные понятия. Задача о максимальном потоке (алгоритм Форда–Фалкерсона, теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе). Транспортные сети. Приложения..

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 7. Исчерпывающий поиск. Построение кратчайших путей на графе. Метод ветвей и границ. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Исчерпывающий поиск: определение, область применения, достоинства и недостатки. Построение кратчайших путей на графе: постановка задачи, основные алгоритмы (Дейкстры, Беллмана–Форда, Флойда–Уоршелла), связь с исчерпывающим поиском. Метод ветвей и границ: общая идея, ключевые понятия, алгоритм решения, примеры применения.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по

теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 8. Элементы теории расписаний. ОПК-1.2.

Содержание лекции: Основные элементы. Упорядоченные системы с одним прибором: минимизация потерь, минимизация среднего штрафа, упорядочение в соответствии с директивными сроками. Упорядочение в системе с двумя приборами.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Исследование операций входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа – это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.;	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
		список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).	
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2.Продумать логику и полноту ответа. 3.Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4.В случае расчетной задачи,	Ответ считается верным: 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3.Обоснованность ответа

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
		записать решение и ответ	(наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС Донецкого филиала РАНХиГС

Итоговая балльная оценка	**Традиционная система**	**Бинарная система**	**ECTS**	
			Для традиционной системы	**Для бинарной системы**
90-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
80-89	Хорошо		B	P/ Passed
75-79			C	P/ Passed
70-74	Удовлетворительно		B	P/ Passed
60-69			E	P/ Passed
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
100 баллов	100 баллов	100 баллов	100 баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины Исследование операций используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

устный опрос, индивидуальные задания, контрольные задания.

Таблица 5.1

Распределение баллов по рейтинговой системе оценивания
по видам учебной деятельности

Наименование Раздела/Темы	Вид задания			
	ЛЗ	ПЗ / КЗ	ИЗ	КТ
Т.1		5	10	10
Т.2				
Т.3		5	10	10
Т.4				
Т.5		5	10	10
Т.6				
Т.7		5	10	10
Т.8				
Итого: 100б		**20**	**40**	**40**

ЛЗ – лекционное занятие;
УО – устный опрос;
ПЗ – практическое занятие;
КТ – контрольные точки;
КЗ – контрольные задания;
ИЗ – индивидуальное задание.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек).

Индивидуальные задания

Темы 1-2

Задание 1. Платёжная матрица игры задана:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 6 \\ 5 & 4 & 2 \\ 7 & 8 & 3 \end{pmatrix}$$

1. Определите нижнюю и верхнюю цену игры. Есть ли седловая точка?
2. Если седловой точки нет, сведите игру к паре двойственных задач линейного программирования (в общем виде, без решения).
3. Запишите оптимальные смешанные стратегии игроков через переменные двойственных задач.

Задание 2. Игра задана матрицей $2\times n$:

$$\begin{pmatrix} 2 & 5 & 3 \\ 4 & 1 & 6 \end{pmatrix}$$

Решите игру графическим методом (обязательно пояснить построение). Найдите цену игры и вероятности применения стратегий первого игрока.

Задание 3. Предприятие планирует распределить 4 единицы ресурса между 3 проектами. Прибыль от вложения *x* единиц в *i*-й проект задана таблицей (условные единицы):

x	проект 1	проект 2	проект 3
0	0	0	0
1	4	3	5

x	проект 1	проект 2	проект 3
2	6	7	8
3	9	10	10
4	11	12	13

Используя метод функциональных уравнений Беллмана, найти оптимальное распределение ресурсов. Записать уравнения для каждого шага и показать обратный ход.

Задание 4. Сформулируйте **задачу замены оборудования** в терминах ДП. Запишите рекуррентное соотношение Беллмана, пояснив смысл функции состояния и управления. Приведите пример одного шага вычислений (числовые данные задайте самостоятельно).

Темы 3-4

Задание 1. Даны 5 альтернатив с двумя критериями (K1 и K2, оба максимизируются):

Альтернатива	K1	K2
A	8	5
B	7	7
C	9	4
D	6	8
E	7	6

1. Постройте множество Парето-оптимальных альтернатив. Обоснуйте, почему остальные не входят в него.
2. Если использовать взвешенный критерий $F=0.4\cdot K1+0.6\cdot K2$, какая альтернатива станет лучшей? Изменится ли решение при равных весах?
3. Какие слабости метода взвешенной суммы вы видите?

Задание 2. Объясните идею метода поэтапного сравнения альтернатив. Приведите пример, когда Парето-фронт не помогает выбрать единственное решение, а упорядочивание критериев помогает.

Задание 3. Вас приглашают на собеседования к 4 кандидатам на должность. Кандидаты появляются в случайном порядке. После собеседования вы должны сразу принять решение («нанять» или «дальше»). Вы хотите выбрать наилучшего кандидата.

1. Какова оптимальная стратегия по правилу порогового значения?
2. Рассчитайте пороговое значение r для $4n=4$.
3. Какова вероятность выбрать лучшего кандидата при оптимальной стратегии?
4. Изменится ли стратегия, если вы согласны на второго по качеству кандидата? Поясните.

Задание 4. Сформулируйте задачу о разборчивой невесте / секретаре в общем виде. Запишите рекуррентное соотношение для вероятности успеха. Почему пороговое правило оказывается оптимальным даже без знания распределения кандидатов?

Темы 5-6

Задание 1. Дан сетевой график работ (длительности в днях):

Работа	Предшественники	Длительность
A	–	3

Работа	Предшественники	Длительность
B	–	4
C	A	2
D	A	5
E	B, C	4
F	D, E	3

1. Построить сетевой график (вершины – события).
2. Найти критический путь и его длительность.
3. Рассчитать резервы времени для некритических работ.
4. Как изменится срок проекта, если работу D ускорить до 3 дней за счёт увеличения стоимости? Какую максимальную стоимость ускорения оправдано платить (в условных единицах за день)?

Задание 2. Объясните связь линейной диаграммы Ганта с задачей оптимального по времени распределения ограниченных ресурсов. В чём заключается конфликт между критическим путём и доступностью ресурсов?

Задание 3. Транспортная сеть задана (источник – S, сток – T):

S → A (3), S → B (5)
A → C (4), A → D (2)
B → D (3), B → E (4)
C → T (2), D → T (5), E → T (4)
D → C (1)

1. Нарисовать сетевой граф.
2. Найти максимальный поток алгоритмом Форда–Фалкерсона (выполнить не менее 3 шагов с указанием увеличивающих путей).
3. Найти минимальный разрез и подтвердить теорему Форда–Фалкерсона.
4. Что произойдёт с максимальным потоком, если пропускную способность дуги D→T*D→T* увеличить до 10?

Задание 4. Приведите пример жизненной или инженерной задачи, которая сводится к задаче о максимальном потоке. Опишите, что соответствует вершинам, дугам и пропускным способностям.

Темы 7-8

Задание 1. Дан неориентированный граф с весами рёбер:

Ребро	Вес
1-2	4
1-3	2
2-3	1
2-4	5
3-4	8
3-5	6

Ребро	Вес
4-5	3

1. Найти кратчайший путь из 1 в 5 алгоритмом Дейкстры (пошагово).
2. Укажите недостатки исчерпывающего поиска для этой задачи.
3. Можно ли применить метод ветвей и границ для поиска кратчайшего гамильтонова цикла? Как бы вы оценили нижнюю границу?

Задание 2. Объясните идею метода ветвей и границ на примере задачи коммивояжёра. Чем отличается ветвление и вычисление границы? Почему метод эффективнее полного перебора, но не гарантирует полиномиального времени?

Задание 3. На одном приборе нужно выполнить 4 работы. Данные:

Работа	Время обработки p_j	Директивный срок d_j	Штраф w_j (за единицу опоздания)
1	3	5	2
2	2	3	5
3	4	7	1
4	1	2	4

1. Упорядочить работы для минимизации максимального опоздания $L\max$ (правило EDD). Показать расчёт.
2. Упорядочить для минимизации средневзвешенного штрафа за опоздание (правило WSPT).
3. Сравнить полученные расписания.

Задание 4. Система с двумя приборами (каждая работа проходит сначала прибор 1, затем прибор 2). Время обработки:

Работа	A	B	C	D
Прибор 1	3	5	2	6
Прибор 2	4	3	5	2

1. Построить оптимальное расписание по алгоритму Джонсона.
2. Рассчитать общее время завершения всех работ (makespan).
3. Объяснить, почему алгоритм Джонсона не работает для трёх приборов.

Критерии оценивания индивидуальных заданий:

Баллы	**Критерии**
9-10	Выставляется обучающемуся: если выполнены все пункты работы самостоятельно, без ошибок, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
7-8	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно выполнены все пункты работы, допущены незначительные ошибки, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
5-6	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно (или с помощью преподавателя) выполнены все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0*-4	Выставляется обучающемуся: если с помощью преподавателя выполнены не все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0* - в журнал академической группы не выставляется

Контрольные задания

Темы 1-2

Задание 1. На установление соответствия

Установите соответствие между термином (левый столбец) и его определением или характеристикой (правый столбец).

Термин	Определение / характеристика
1. Нижняя цена игры	А. Стратегия, в которой игрок выбирает действия с фиксированными вероятностями
2. Седловая точка	Б. Максимальный гарантированный выигрыш первого игрока
3. Смешанная стратегия	В. Элемент платёжной матрицы, являющийся одновременно минимумом в строке и максимумом в столбце
4. Цена игры	Г. Значение выигрыша при оптимальных стратегиях обоих игроков
5. Минимакс	Д. Минимальный гарантированный проигрыш второго игрока

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 2. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о матричных играх являются верными?

1. Любая матричная игра имеет седловую точку.
2. Если седловая точка существует, то оптимальные стратегии игроков являются чистыми.
3. Цена игры всегда лежит между нижней и верхней ценой игры.
4. При сведении игры к задаче линейного программирования переменные $y_i = x_i / v$ должны удовлетворять условию $\sum yi = 1$.
5. Графический метод применим для игр с размерностью $2 \times n$ или $m \times 2$.
6. В оптимальной смешанной стратегии все стратегии игрока обязательно используются с ненулевой вероятностью.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 5
Б) 2, 3, 5
В) 2, 4, 6
Г) 1, 4, 6

Задание 3. На установление соответствия

Установите соответствие между понятием (левый столбец) и его описанием (правый столбец).

Понятие	Описание
1. Принцип оптимальности Беллмана	А. Переменная, описывающая ситуацию на шаге (например, остаток ресурса, возраст оборудования)
2. Функциональное уравнение	Б. Процесс, разбитый на этапы, где решение на каждом зависит от предыдущего
3. Состояние системы	В. Оптимальная политика обладает тем свойством, что независимо от начального состояния и решения, последующие решения должны быть оптимальны относительно состояния, возникающего после первого решения
4. Многошаговый процесс	Г. Рекуррентное соотношение вида $F_k(s)=\max_x[f_k(x)+F_{k-1}(s-x)]$
5. Прямая прогонка	Д. Движение от последнего шага к первому при решении задачи ДП

Ответ:
1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 4. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о динамическом программировании верны?

1. ДП гарантирует нахождение глобального оптимума для многошаговых задач.
2. Принцип Беллмана применим только к задачам с детерминированными переходами.
3. «Проклятие размерности» ДП связано с экспоненциальным ростом числа состояний при увеличении числа переменных.
4. В задаче распределения ресурсов уравнение Беллмана записывается как $F_k(s)=\min_x[f_k(x)+F_{k-1}(s-x)]$
5. Задача замены оборудования может быть решена методом ДП с одним параметром состояния (возраст).
6. Обратная прогонка и прямая прогонка всегда дают разные результаты.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 5
Б) 2, 4, 6
В) 1, 2, 5
Г) 3, 4, 6

Темы 3-4

Задание 1. На установление соответствия

Установите соответствие между методом многокритериального анализа (левый столбец) и его характеристикой (правый столбец).

Метод	Характеристика
1. Парето-оптимальность	А. Критерии упорядочиваются по важности, и выбор происходит последовательно

Метод	Характеристика
2. Взвешенная сумма	Б. Альтернатива A доминирует B, если A не хуже B по всем критериям и лучше хотя бы по одному
3. Поэтапное сравнение	В. Требуется нормировка критериев и назначение весов, возможна компенсация
4. Максиминный критерий	Г. Выбирается альтернатива с максимальным значением минимального критерия
5. Метод идеальной точки	Д. Минимизация расстояния до недостижимой «идеальной» альтернативы

Ответ:
1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 2. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о многокритериальных задачах верны?

1. Парето-фронт всегда содержит единственную альтернативу.
2. Метод взвешенной суммы всегда выделяет только одну альтернативу.
3. При лексикографическом упорядочении критерии не могут компенсировать друг друга.
4. Нормировка критериев необходима для методов, использующих сумму разнородных единиц измерения.
5. Любая альтернатива, не входящая в Парето-множество, хуже некоторой Парето-оптимальной альтернативы по всем критериям.
6. Выбор метода многокритериального анализа зависит от предпочтений лица, принимающего решения.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 2, 5
Б) 3, 4, 6
В) 2, 3, 4
Г) 1, 5, 6

Задание 3. На установление соответствия

Установите соответствие между величиной/понятием (левый столбец) и её значением/описанием (правый столбец) для классической задачи секретаря с n→∞$n\to\infty$.

Понятие	Значение / описание
1. Оптимальный порог rr (в долях от nn)	А. 1/e≈0,3681/e≈0,36
2. Вероятность выбора лучшего кандидата	Б. 1/e≈0,3681/e≈0,368
3. Асимптотическая оптимальная доля просмотренных кандидатов	В. 0,5
4. Математическое ожидание ранга выбранного кандидата (при nn велико)	Г. Стремится к 1
5. Вероятность того, что лучший кандидат окажется в первой группе (до порога)	Д. 1/e1/e

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 4. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о задаче оптимальной остановки верны?

1. Оптимальная стратегия зависит от распределения значений кандидатов.
2. В классической задаче секретаря нужно просмотреть первых n/en/e кандидатов, затем выбрать первого, кто лучше всех предыдущих.
3. Вероятность успеха при оптимальной стратегии стремится к 1/e1/e при n→∞$n\to\infty$.
4. Если можно вернуться к ранее отклонённому кандидату, стратегия не меняется.
5. Задача о разборчивой невесте применима к найму сотрудников, выбору квартиры, остановке проекта.
6. Увеличение числа кандидатов всегда уменьшает вероятность выбора лучшего.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 6
Б) 2, 3, 5
В) 2, 4, 5
Г) 1, 4, 6

Темы 5-6

Задание 1. На установление соответствия

Установите соответствие между параметром сетевого графика (левый столбец) и его определением (правый столбец).

Параметр	Определение
1. Ранний срок свершения события	А. Максимальный допустимый срок, не влияющий на окончание проекта
2. Поздний срок свершения события	Б. Время, на которое можно увеличить длительность работы без задержки проекта
3. Полный резерв времени работы	В. Разность между поздним и ранним сроками события
4. Свободный резерв времени работы	Г. Наименьшее возможное время наступления события
5. Критический путь	Д. Путь, у которого полные резервы всех работ равны нулю

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 2. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о сетевом планировании верны?

1. Критический путь в сети всегда единственен.
2. Увеличение длительности некритической работы на величину её полного резерва не меняет срок проекта.
3. Если работа критическая, её полный резерв равен нулю.
4. Линейная диаграмма Ганта позволяет учитывать ограничения по ресурсам.
5. Сокращение критической работы всегда сокращает проект.
6. Задача «стоимость–время» решает дилемму между ускорением проекта и дополнительными затратами.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 5
Б) 2, 3, 6
В) 2, 4, 5
Г) 1, 4, 6

Задание 3. На установление соответствия

Установите соответствие между понятием (левый столбец) и его определением (правый столбец).

Понятие	Определение
1. Поток в сети	А. Множество вершин, содержащее источник, но не содержащее сток
2. Разрез сети	Б. Функция на дугах, удовлетворяющая закону сохранения (кроме источника и стока)
3. Пропускная способность разреза	В. Путь, по которому можно увеличить поток, не превышая пропускные способности
4. Остаточная сеть	Г. Сумма пропускных способностей дуг из одной части разреза в другую
5. Увеличивающий путь	Д. Сеть, где каждой дуге сопоставлена остаточная пропускная способность

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 4. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о потоках в сетях верны?

1. Теорема Форда–Фалкерсона утверждает, что максимальный поток равен минимальной пропускной способности разреза.
2. Алгоритм Форда–Фалкерсона всегда заканчивается за полиномиальное время.
3. Если все пропускные способности целые, то существует целочисленный максимальный поток.
4. Поток может быть больше пропускной способности любого разреза.
5. Остаточная сеть содержит обратные дуги с нулевой пропускной способностью.
6. Транспортная задача является частным случаем задачи о максимальном потоке.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 6
Б) 2, 4, 5
В) 1, 2, 3
Г) 4, 5, 6

Темы 7-8

Задание 1. На установление соответствия

Установите соответствие между алгоритмом (левый столбец) и его характеристикой (правый столбец).

Алгоритм	Характеристика
1. Дейкстры	А. Работает с отрицательными весами, но не с отрицательными циклами

Алгоритм	Характеристика
2. Беллмана–Форда	Б. Находит кратчайшие пути между всеми парами вершин за $O(n3)$
3. Флойда–Уоршелла	В. Требует неотрицательных весов рёбер
4. Метод ветвей и границ	Г. Гарантирует оптимальное решение, но в худшем случае экспоненциален
5. Исчерпывающий поиск	Д. Перебирает все возможные варианты, применим только для малой размерности

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 2. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о поиске кратчайших путей и методе ветвей и границ верны?

1. Алгоритм Дейкстры неприменим к графам с отрицательными весами.
2. Алгоритм Беллмана–Форда может обнаружить отрицательный цикл.
3. Метод ветвей и границ всегда находит оптимальное решение быстрее полного перебора.
4. Исчерпывающий поиск пригоден для задачи коммивояжёра при n=100n=100.
5. Флойд–Уоршелл является динамическим программированием на графах.
6. В методе ветвей и границ нижняя граница используется для отсечения неперспективных ветвей.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 2, 5, 6
Б) 2, 3, 4, 5
В) 1, 3, 4, 6
Г) 2, 4, 5, 6

Задание 3. На установление соответствия

Установите соответствие между критерием оптимизации (левый столбец) и оптимальным правилом упорядочения (правый столбец) для одного прибора.

Критерий	Правило
1. Минимизация максимального опоздания Lmax	А. WSPT (Weighted Shortest Processing Time)
2. Минимизация среднего времени пребывания $\sum C_j$	Б. EDD (Earliest Due Date)
3. Минимизация средневзвешенного штрафа ∑wjUj$\sum wjUj$	В. SPT (Shortest Processing Time)
4. Минимизация максимального времени завершения Cmax (для одного прибора)	Г. Алгоритм Джонсона
5. Два прибора, минимизация Cmax	Д. Любой порядок (все одинаковы)

Ответ:

1 – ___, 2 – ___, 3 – ___, 4 – ___, 5 – ___.

Задание 4. На выбор нескольких вариантов ответов

Какие из следующих утверждений о теории расписаний верны?

1. Правило SPT минимизирует среднее время выполнения заказов.
2. Алгоритм Джонсона даёт оптимальное расписание для двух приборов при любом порядке прохождения.
3. Правило EDD минимизирует максимальное опоздание.
4. В системе с одним прибором задача минимизации суммарного опоздания является полиномиальной.
5. Правило WSPT оптимально для минимизации средневзвешенного времени пребывания.
6. Для трёх приборов задача минимизации *C*max является NP-трудной.

Выберите номера верных утверждений:

А) 1, 3, 5, 6
Б) 2, 4, 5, 6
В) 1, 2, 3, 4
Г) 2, 3, 5, 6

Критерии оценивания контрольных заданий:

Баллы	Критерии
5	Выставляется обучающемуся: если выполнены все пункты работы самостоятельно, без ошибок, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
4	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно выполнены все пункты работы, допущены незначительные ошибки, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
3	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно (или с помощью преподавателя) выполнены все пункты работы, допущены грубые ошибки.
0*-2	Выставляется обучающемуся: если с помощью преподавателя выполнены не все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать обучающийся	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине
КТ 1	100	0,1	10
КТ 2	100	0,1	15

КТ 3	100	0,1	10
КТ 4	100	0,1	10
Итого:	x	x	40

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ (контрольное задание) x Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ – 1

Тестовые задания

Темы 1-2

Тема 1. Основные понятия теории матричных игр. Сведение к ЗЛП

1. Что называется нижней ценой игры в матричной игре?

А) Минимум по столбцам максимумов по строкам
Б) Максимум по строкам минимумов по столбцам
В) Среднее арифметическое всех элементов матрицы
Г) Минимальный элемент платёжной матрицы

2. Если в матричной игре существует седловая точка, то:

А) Оптимальные стратегии игроков всегда смешанные
Б) Цена игры равна нулю
В) Оптимальные стратегии игроков являются чистыми
Г) Игра не имеет решения

3. При сведении матричной игры к задаче линейного программирования для первого игрока переменные $y_i=x_i/v$ удовлетворяют условию:

А) $\sum y_i=1$
Б) $\sum y_i=v$
В) $\sum y_i=0$
Г) $\sum y_i=1/v$

4. Графический метод решения применим для игр размерности:

А) $n\times n$
Б) 3×3
В) $2\times n$ или $m\times2$
Г) Любой размерности

5. Цена игры vv удовлетворяет неравенству:

А) $v\le v^-$
Б) $v\ge v^+$
В) $v^-\le v\le v^+$
Г) $v=v^-+v^+$

Тема 2. Модели динамического программирования. Метод функциональных уравнений

1. Принцип оптимальности Беллмана утверждает, что:

А) Оптимальное решение не зависит от начального состояния
Б) Любое решение на каждом шаге локально оптимально
В) Оптимальная политика обладает тем свойством, что последующие решения оптимальны относительно состояния, возникшего после первого решения
Г) Задача всегда имеет единственное решение

2. В уравнении Беллмана $F_k(s)=\max_x[f_k(x)+F_{k-1}(s-x)]$ переменная s обозначает:

А) Номер шага
Б) Управление
В) Состояние системы
Г) Критерий оптимальности

3. «Проклятие размерности» в ДП означает:
А) Невозможность решения задач с непрерывными переменными
Б) Экспоненциальный рост числа состояний при увеличении числа переменных
В) Отсутствие сходимости итерационных процессов
Г) Необходимость использования только целочисленных переменных

4. Задача замены оборудования в ДП имеет параметр состояния:
А) Стоимость нового оборудования
Б) Остаточная стоимость
В) Возраст оборудования
Г) Норма амортизации

5. При решении задачи ДП обратная прогонка выполняется:
А) От первого шага к последнему
Б) От последнего шага к первому
В) В случайном порядке
Г) Только для задач максимизации

Темы 3-4

Тема 3. Многокритериальная задача. Поэтапное сравнение

1. Альтернатива А доминирует альтернативу В по Парето, если:
А) А лучше В по всем критериям
Б) А не хуже В по всем критериям и лучше хотя бы по одному
В) А лучше В хотя бы по одному критерию
Г) Сумма критериев А больше суммы критериев В

2. В методе поэтапного (лексикографического) сравнения:
А) Все критерии имеют одинаковый вес
Б) Критерии упорядочиваются по важности, выбор происходит последовательно
В) Используется только один критерий
Г) Критерии нормируются к безразмерному виду

3. Какой метод требует обязательной нормировки критериев?
А) Парето-оптимальность
Б) Лексикографическое сравнение
В) Метод взвешенной суммы
Г) Максиминный критерий

4. Парето-фронт — это:
А) Единственная оптимальная альтернатива
Б) Множество всех альтернатив
В) Множество альтернатив, не доминируемых другими
Г) Упорядоченный список альтернатив по убыванию важности

5. Максиминный критерий выбирает альтернативу с:
А) Максимальным значением максимального критерия
Б) Максимальным значением минимального критерия
В) Минимальным значением максимального критерия
Г) Минимальным значением минимального критерия

Тема 4. Оптимальная стратегия остановки

1. В классической задаче секретаря с n кандидатами оптимальный порог r асимптотически равен:
А) $n/2$
Б) n/e
В) $\sqrt{n}$
Г) $\log n$

2. Вероятность выбора лучшего кандидата при оптимальной стратегии при $n \to \infty$ стремится к:
А) 0,5

Б) 0,368
В) 0,632
Г) 1,0

3. Правило порогового значения в задаче секретаря заключается в том, чтобы:
А) Нанять первого же кандидата
Б) Нанять последнего кандидата
В) Отказать первым $r-1$ кандидатам, затем нанять первого, кто лучше всех предыдущих
Г) Сравнить каждого кандидата со средним значением

4. Оптимальная стратегия в задаче секретаря не зависит от:
А) Числа кандидатов n
Б) Распределения качеств кандидатов
В) Возможности сравнения кандидатов
Г) Порядка появления кандидатов

5. Задача секретаря применима в следующих ситуациях, КРОМЕ:
А) Наём сотрудника
Б) Выбор квартиры при просмотре вариантов по порядку
В) Определение оптимального порога в торговле акциями
Г) Распределение ресурсов между проектами

Темы 5-6

Тема 5. Сетевое планирование

1. Критический путь в сетевом графике — это путь:
А) С максимальной суммарной длительностью
Б) С минимальной суммарной длительностью
В) У которого полные резервы всех работ равны нулю
Г) Верно А и В

2. Полный резерв времени работы — это время, на которое можно увеличить длительность работы:
А) Без изменения сроков последующих работ
Б) Без изменения срока окончания проекта
В) Без изменения раннего начала работы
Г) Без изменения позднего окончания работы

3. Если работа является критической, то её полный резерв:
А) Положителен
Б) Отрицателен
В) Равен нулю
Г) Может быть любым

4. Для сокращения срока проекта необходимо:
А) Сократить любую работу
Б) Сократить критическую работу
В) Увеличить количество исполнителей на всех работах
Г) Изменить технологическую последовательность

5. Линейная диаграмма Ганта не позволяет:
А) Наглядно отобразить длительности работ
Б) Увидеть последовательность работ
В) Учесть ограничения по ресурсам
Г) Определить критический путь

Тема 6. Потоки в сетях

1. Теорема Форда–Фалкерсона утверждает, что:
А) Максимальный поток равен минимальной пропускной способности разреза
Б) Максимальный поток всегда целочисленный
В) Минимальный разрез единственен
Г) Поток не может превышать сумму пропускных способностей исходящих из источника дуг

2. Разрез сети – это множество вершин, которое:
А) Содержит сток, но не содержит источник
Б) Содержит источник и сток
В) Содержит источник, но не содержит сток
Г) Не содержит ни источника, ни стока

3. Остаточная сеть строится для того, чтобы:
А) Уменьшить пропускные способности
Б) Найти увеличивающие пути
В) Удалить насыщенные дуги
Г) Преобразовать сеть в дерево

4. Алгоритм Форда–Фалкерсона может работать долго, если:
А) Пропускные способности целые
Б) Пропускные способности вещественные
В) Не использовать эвристики выбора пути
Г) Сеть содержит много вершин

5. Транспортная задача сводится к задаче о максимальном потоке путём:
А) Добавления суперисточника и суперстока
Б) Замены пропускных способностей стоимостями
В) Преобразования вершин в дуги
Г) Удаления всех циклов

Темы 7-8

Тема 7. Исчерпывающий поиск. Метод ветвей и границ

1. Алгоритм Дейкстры находит кратчайший путь при условии:
А) Отсутствия циклов в графе
Б) Неотрицательности весов рёбер
В) Наличия отрицательных весов
Г) Ориентированности графа

2. Алгоритм Беллмана–Форда позволяет:
А) Находить кратчайшие пути только в неориентированных графах
Б) Работать с отрицательными весами и обнаруживать отрицательные циклы
В) Находить только расстояние между двумя вершинами
Г) Работать только с целыми весами

3. Метод ветвей и границ используется для:
А) Приближённого решения задач оптимизации
Б) Точного решения задач дискретной оптимизации с отсечением неперспективных ветвей
В) Построения кратчайших путей в графах
Г) Сортировки данных

4. Нижняя граница в методе ветвей и границ нужна для того, чтобы:
А) Определить точное оптимальное значение
Б) Отсечь ветви, заведомо не содержащие оптимума
В) Ускорить перебор за счёт приближения
Г) Преобразовать задачу к непрерывной

5. Исчерпывающий поиск (полный перебор) применим для задачи коммивояжёра при $n \approx 100$:
А) Да, всегда
Б) Только при использовании суперкомпьютера
В) Нет, так как число вариантов астрономически велико
Г) Да, если граф полный

Тема 8. Элементы теории расписаний

1. Для минимизации максимального опоздания $L\max$ на одном приборе оптимальным является правило:
А) SPT (Shortest Processing Time)

Б) EDD (Earliest Due Date)
В) LPT (Longest Processing Time)
Г) FIFO (First In First Out)

2. Алгоритм Джонсона используется для:
А) Одного прибора
Б) Двух приборов с одинаковым порядком прохождения
В) Двух приборов с произвольным порядком
Г) Трёх приборов

3. Правило SPT (Shortest Processing Time) минимизирует:
А) Максимальное опоздание
Б) Среднее время выполнения заказов
В) Суммарное опоздание
Г) Максимальное время завершения

4. Задача минимизации суммарного опоздания $\sum L_j$ на одном приборе:
А) Имеет простое правило (EDD)
Б) Имеет простое правило (SPT)
В) Является NP-трудной
Г) Решается алгоритмом Джонсона

5. Для двух приборов (F2 | | Cmax) алгоритм Джонсона требует:
А) Разделить работы на две группы
Б) Упорядочить работы по неубыванию времени на первом приборе
В) Выбрать работы с меньшим временем на первом приборе и с меньшим на втором
Г) Упорядочить работы по убыванию разности времён

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия	
90-100	90-100% правильных ответов	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
75-89	75-89% правильных ответов	Обучающимся материал освоен полностью, без существенных ошибок.
60-74	60-74% правильных ответов	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0*-59	Менее 60% правильных ответов	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий.

Пакет GPSS.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами задач. Необходимо дать ответ в письменном виде, подробно изложив ход решения, при необходимости завершить решение выводами.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации.

Тема 1. Основные понятия теории матричных игр. Сведение к задаче линейного программирования

Задача 1.1. Дана платёжная матрица игры:

$$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 5 \\ 1 & 7 & 3 \\ 6 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

1. Найти нижнюю и верхнюю цены игры. Определить, есть ли седловая точка.
2. Свести игру к задаче линейного программирования (записать обе задачи двойственной пары).
3. Известно, что оптимальная стратегия первого игрока имеет вид (0.4;0.6;0). Найти цену игры и оптимальную стратегию второго игрока.

Задача 1.2. Игра задана матрицей 3×2:

$$\begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 6 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}$$

1. Решить игру графическим методом (для второго игрока).
2. Найти оптимальные смешанные стратегии обоих игроков.
3. Проверить, что цена игры одинакова с точки зрения обоих игроков.

Задача 1.3. Предприятие может выпускать два вида продукции. Рыночные ситуации — три состояния спроса. Платёжная матрица (прибыль в млн руб.):

$$\begin{pmatrix} 8 & 5 & 9 \\ 10 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

Найти оптимальную смешанную стратегию предприятия. Как изменится решение, если первый столбец (самый пессимистичный) исключить?

Тема 2. Модели динамического программирования. Метод функциональных уравнений

Задача 2.1. На склад поступает товар партиями. Требуется распределить 5 тонн груза между 4 транспортными средствами. Эффективность использования *x* тонн на *i*-м ТС задана таблицей:

x	ТС1	ТС2	ТС3	ТС4
0	0	0	0	0
1	3	4	5	2
2	7	6	8	5
3	10	9	11	9
4	12	13	13	11
5	14	15	14	13

Найти оптимальное распределение груза методом ДП (функциональные уравнения Беллмана). Выполнить прямой и обратный ход.

Задача 2.2. Оборудование эксплуатируется 6 лет. Доход от эксплуатации оборудования возраста t: $r(t)=100-5t^2$ (тыс. руб.). Затраты на замену – 40 тыс. руб. Остаточная стоимость после 6 лет – 10 тыс. руб.

Определить оптимальный план замен, максимизирующий суммарный доход. Использовать ДП с шагом 1 год.

Задача 2.3. Инвестор выделяет 8 млн руб. на три проекта. Прибыль от вложения x млн в проект i равна $4\sqrt{x}$, $3x^{2/3}$, $5\ln(x+1)$ соответственно (округление до целых). Найти оптимальное распределение (дискретно, шаг 1 млн).

Тема 3. Многокритериальная задача. Поэтапное сравнение

Задача 3.1. Шесть альтернатив оцениваются по трём критериям (все максимизируются):

Альтернатива	К1	К2	К3
A	8	5	7
B	9	4	6
C	7	7	8
D	8	6	6
E	6	8	7
F	7	5	9

1. Построить множество Парето-оптимальных альтернатив.
2. Используя метод поэтапного сравнения (лексикографический) с упорядочением К1 > К2 > К3, выбрать лучшую альтернативу.
3. Изменится ли выбор, если веса критериев (0,5; 0,3; 0,2)?
4. Какая альтернатива будет выбрана по принципу «максимина» (максимум минимального критерия)?

Задача 3.2. Даны три альтернативы с двумя критериями: A(10, 1), B(5, 8), C(6, 7).

1. Определить Парето-оптимальные.
2. Применить метод идеальной точки (нормировка: min и max по каждому критерию).
3. Почему B и C могут быть несравнимы по Парето? Обосновать.

Задача 3.3. Разработать систему поддержки выбора поставщика по критериям: цена (минимум), качество (максимум), сроки (минимум). Предложить способ свертки и сравнить с методом поэтапного отсева.

Тема 4. Оптимальная стратегия принятия решений для последовательности независимых событий

Задача 4.1. На вакансию претендуют 6 кандидатов. Они проходят собеседование в случайном порядке. После каждого собеседования вы принимаете решение «нанять» или «отказать».

1. Определить оптимальный порог r для n=6.
2. Какова вероятность выбрать лучшего кандидата при оптимальной стратегии?
3. Построить дерево решений для первых трёх кандидатов.
4. Как изменится стратегия, если можно нанять одного из двух лучших (вероятность успеха)?

Задача 4.2. Вы руководитель проекта. Каждый день поступает одно предложение от подрядчиков. Предложения – независимые случайные величины с неизвестным распределением. Нужно выбрать лучшее за 10 дней.

1. Объяснить, почему задача сводится к задаче секретаря.
2. Найти оптимальный порог.
3. Рассчитать вероятность успеха.

4. Что делать, если предложения можно сравнивать между собой, но нельзя сравнивать с абсолютной шкалой?

Задача 4.3. В задаче секретаря с n=4 и порогом r=2, кандидаты имеют ранги (1 – лучший, 4 – худший). Порядок появления: (3, 1, 4, 2). Будет ли выбран лучший? Пошагово описать решение.

Тема 5. Сетевое планирование

Задача 5.1. Построить сетевой график, найти критический путь и резервы для проекта:

Работа	Предшественники	Длительность
A	–	4
B	–	5
C	A	2
D	A, B	3
E	C	6
F	D, E	2
G	F	3
H	B	4

1. Найти длительность проекта.
2. Какие работы критические?
3. Построить линейную диаграмму Ганта.
4. Если ресурс ограничен (только 2 работы одновременно), как изменится расписание?

Задача 5.2. Проект имеет критический путь длительностью 20 дней. Работу на критическом пути можно ускорить: сокращение на 1 день стоит 5 тыс. руб., но штраф за просрочку – 8 тыс. руб. в день.

1. Стоит ли ускорять? На сколько дней?
2. Как найти оптимальное время проекта при линейных затратах на ускорение и штрафах?
3. Что такое «точка оптимальной длительности»?

Задача 5.3. Исходные данные для проекта: Работы: P(3), Q(2), R(4), S(1), T(5). Связи: P→R, Q→R, R→S, S→T, P→T.

1. Построить сеть.
2. Найти критический путь.
3. Ввести ограничение ресурсов (всего 3 исполнителя). Работы нельзя прерывать. Построить календарный план.

Тема 6. Потоки в сетях

Задача 6.1. Сеть задана пропускными способностями (источник S, сток T):

Дуга	S→A	S→B	A→C	A→D	B→D	B→E	C→T	D→C	D→T	E→T
C	6	4	5	3	4	2	7	1	5	6

1. Нарисовать сеть.
2. Найти максимальный поток методом Форда–Фалкерсона (не менее 4 итераций).
3. Найти минимальный разрез.
4. Увеличить пропускную способность S→A до 10. Как изменится максимальный поток?

Задача 6.2. В городе есть узлы (A,B,C,D,E,F). Пропускные способности дорог (тыс. машин/час): AB=4, AC=3, BC=2, BD=5, CD=4, CE=3, DE=2, DF=4, EF=6. Въезд в город через A и B (источники), выезд через E и F (стоки).

1. Свести к задаче с одним источником и одним стоком.
2. Найти максимальный поток из источников в стоки.
3. Какая дорога наиболее критична?

Задача 6.3. Построить сеть для задачи о назначениях: 3 работника, 3 работы, каждый работник может выполнить любую работу, но с разной производительностью. Пропускные способности по вершинам-работникам и работам. Показать, как свести к потоку.

Тема 7. Исчерпывающий поиск. Построение кратчайших путей. Метод ветвей и границ

Задача 7.1. Граф задан матрицей весов (∞ — нет ребра):

0	3	∞	7	∞
3	0	2	∞	1
∞	2	0	5	4
7	∞	5	0	6
∞	1	4	6	0

1. Найти кратчайший путь из вершины 1 в 5 алгоритмом Дейкстры (пошагово).
2. Привести таблицу расстояний.
3. Найти кратчайшие пути между всеми парами вершин алгоритмом Флойда–Уоршелла (достаточно итоговой матрицы).

Задача 7.2. Задача коммивояжёра для 4 городов. Матрица расстояний:

	A	B	C	D
A	∞	10	15	20
B	10	∞	35	25
C	15	35	∞	30
D	20	25	30	∞

1. Решить методом ветвей и границ (выполнить ветвление, вычислить нижние границы).
2. Найти оптимальный маршрут и его длину.
3. Почему полный перебор (4! маршрутов) неэффективен для 100 городов?

Задача 7.3. Граф с отрицательными весами:

1→2 (4), 1→3 (5), 2→4 (−2), 3→4 (3), 4→2 (1).

Найти кратчайший путь из 1 в 4. Объяснить, почему алгоритм Дейкстры неприменим, и применить алгоритм Беллмана–Форда.

Тема 8. Элементы теории расписаний

Задача 8.1. На одном приборе 5 работ:

Работа	p_j	d_j	w_j
1	2	5	3
2	4	6	2
3	1	3	5
4	3	8	1
5	2	4	4

1. Упорядочить по правилу EDD. Вычислить максимальное опоздание.
2. Упорядочить по правилу WSPT (минимизация средневзвешенного штрафа).
3. Сравнить расписания. Можно ли улучшить одно из них перестановкой двух соседних работ?
4. Какое правило минимизирует суммарное опоздание ($\sum L_j$)?

Задача 8.2. Система с двумя приборами (F2 | | Cmax). Время обработки:

Работа	Прибор 1	Прибор 2
X	6	3
Y	2	5
Z	4	4
W	5	2
V	3	6

1. Найти оптимальное расписание по алгоритму Джонсона.
2. Построить диаграмму Ганта.
3. Определить makespan.
4. Заменить W на работу W’ (p_1=7, p_2=1). Изменится ли порядок?

Задача 8.3. Три работы, два прибора. Времена:

Работа 1: (3, 2), Работа 2: (2, 4), Работа 3: (5, 1).

1. Применить алгоритм Джонсона.
2. Проверить, является ли расписание (2,1,3) оптимальным.
3. Сформулировать правило для двух приборов в общем виде.

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ
Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на	90-100

дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок	
Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.	75-89
Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.	60-74
Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	1-59

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Подготовка к лекциям.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Каждому обучающемуся следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции.

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по

возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к практическим занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений обучающемуся необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме практического занятия и по возможности подготовить по нему презентацию. Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или 10 письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы практического занятия, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Структура практического занятия:

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы может практическое занятие состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.

2. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.

3. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний обучающихся. Примерная продолжительность – до 15 минут. Первая часть – выполнение практического задания в рамках конкретной темы, обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на практическом занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность – 15-20 минут. Подведением итогов заканчивается практическое занятие. Обучающимся должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность – 5 минут.

Работа с литературными источниками.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной

литературой, рекомендованной преподавателем, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Болотский, А. В. Математическое программирование и теория игр : учебное пособие для вузов / А. В. Болотский. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 116 с. — ISBN 978-5-507-50227-1. — Текст : электронный // ЭБС Лань [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/414734 (дата обращения: 22.07.2024).
2. Сорокин, А. Б. Оптимизация в расчетах : учебное пособие / А. Б. Сорокин. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 224 с. — ISBN 978-5-9729-2519-3.
3. Плескунов, М. А. Прикладная математика. Задачи сетевого планирования : учебник для вузов / М. А. Плескунов ; под научной редакцией А. И. Короткого. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 93 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07645-5.
4. Сиднев, А. Г. Элементы теории расписаний и сетевого планирования : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. — DOI: 10.18720/SPBPU/5/tr24-19.

8.2. Дополнительная литература

1. Форд, Л. Р., Фалкерсон, Д. Р. Потоки в сетях : Пер. с англ. (Транспортные задачи). — Москва : Мир, 1966. — 276 с.
2. Сорокин, А. Б. Теория принятия решений. Многокритериальные задачи : Практикум. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 95 с. — ISBN 978-5-7339-1720-7. — Текст : электронный // ЭБС Лань [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/331550 (дата обращения: 22.07.2024).
3. Косников, С. Н., Золкин, А. Л., Каргина, Л. А. и др. Моделирование в менеджменте информационных систем : учебное пособие для вузов. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 136 с. — ISBN 978-5-507-52208-8.
4. Бахтин, В. И., Ковалёнок, А. П., Лебедев, А. В., Лысенко, Ю. В. Исследование операций. Курс лекций. — Минск : БГУ, 2003. — 199 с.

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Юрайт» Режим доступа: https://urait.ru/
2. Издательство «Лань»: Электронно-библиотечная система Режим доступа: https://e.lanbook.com/
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа: https://www.elibrary.ru/.
4. CyberLeninka Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства: - Libre Office (лицензия Mozilla Public License v2.0.) - 7-Zip (лицензия GNU Lesser General Public License) - AIMP (лицензия LGPL v.2.1) - STDU Viewer

(freeware for private non-commercial or educational use) - GIMP (лицензия GNU General Public License) - Inkscape (лицензия GNU General Public License).

Для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, закреплены аудитории согласно расписанию учебных занятий: рабочее место преподавателя, посадочные места по количеству обучающихся, доска меловая, персональный компьютер с лицензированным программным обеспечением общего назначения, мультимедийный проектор, экран, интерактивная панель.