

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 23.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Теория системного анализа и принятия решений*

**Направление подготовки**

*20.03.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	108 / 3	16	16		1,6	0,25	33,85	74,15	Зач. с оц.
Итого	108 / 3	16	16		1,6	0,25	33,85	74,15	

Муром, 2023 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление студентов с методами системного анализа и принятия оптимальных решений при анализе безопасности человеко-машинных систем в техносфере.

Задачи дисциплины: изучение математических методов теории системного анализа и принятия решений; изучение методов оптимизации в задачах выбора.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория системного анализа и принятия решений» обеспечивает понимание и логическую взаимосвязь в системе "человек—техносфера—природа" на уровне негативного взаимодействия элементов системы. Курс базируется на знаниях, полученных студентами в области естественно-научных дисциплин, в частности математики и информатики. Углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться во время изучения студентами дисциплин: Системная инженерия техносферной безопасности; Системный анализ опасностей техносферы, а также при написании бакалаврских работ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	ПК-2.1 Идентифицирует последовательность предпосылок, приводящих к происшествию на производстве	знать математические методы принятия решений в условиях определенности, неопределенности и риска (ПК-2.1) знать методологию системного анализа в приложении к задачам анализа опасностей в техносфере (ПК-2.1) уметь идентифицировать последовательность предпосылок, приводящих к происшествию на производстве (ПК-2.1) уметь формировать пространство альтернатив, определять критерии оценки и проводить анализ альтернативных решений, направленных на повышение безопасности человеко-машинных систем (ПК-2.1)	тест

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные принципы системного анализа	5	2	2						27	тестирование
2	Теория принятия решений – как элемент системного анализа	5	14	14						47,15	тестирование
Всего за семестр		108	16	16				1,6	0,25	74,15	Зач. с оц.
Итого		108	16	16				1,6	0,25	74,15	

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

*Раздел 1. Основные принципы системного анализа*

##### Лекция 1.

Введение. Области применения системного анализа. Классификация систем. Закономерности систем. Методы и модели системного анализа. Классификация методов и моделей системного анализа (2 часа).

*Раздел 2. Теория принятия решений – как элемент системного анализа*

##### Лекция 2.

Принятие решений. Классификация моделей, методов и задачи принятия решений. Задачи оптимизации. Целевая функция. Множество альтернатив. Критерии выбора (2 часа).

##### Лекция 3.

Многокритериальная оптимизация. Принцип Парето. Лексикографическая оптимизация. Вариационные методы получения детерминированных оценок. Структура и методы принятия решений с использованием различных оценок. Графическое представление задач выбора. Методы оптимизации на графах и сетях (2 часа).

##### Лекция 4.

Постановка задачи линейного программирования. Методы решения задач линейного программирования: графический, симплекс – метод. Двойственность в линейном программировании. Условия оптимальности (2 часа).

##### Лекция 5.

Метод системных матриц описания задач принятия решений. Вероятностное описание ситуаций выбора. Статистические методы получения оптимизационных оценок. Функция

риска. Функция максимального правдоподобия. Критерий Байеса-Лапласа. Статистические методы принятия решений (методы проверки гипотез, методы минимизации дисперсии) (2 часа).

#### **Лекция 6.**

Основные понятия теории игр. Связь между матричными играми и линейным программированием. Методы решения игр. Классификация моделей игр по различным признакам. Игра как модель конфликтной ситуации. Понятие стратегии. Формальное описание игры двух лиц. Верхняя и нижняя цены игры (2 часа).

#### **Лекция 7.**

Основы теории нечетких множеств. Нечеткие (лингвистические) переменные. Операции с нечеткими переменными. Нечеткая алгебра. Описание переменных в задачах принятия решений с помощью нечетких множеств. Нечеткий выбор (2 часа).

#### **Лекция 8.**

Групповые задачи выбора. Формирование экспертных групп. Экспертная оценка альтернатив (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 5**

*Раздел 1. Основные принципы системного анализа*

##### **Практическое занятие 1**

SADT – методология системного анализа (2 часа).

*Раздел 2. Теория принятия решений – как элемент системного анализа*

##### **Практическое занятие 2**

Формализация задач принятия решений (2 часа).

##### **Практическое занятие 3**

Решение задач выбора со многими критериями. Предпочтения (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Решение задач оптимизации на графах и сетях (2 часа).

##### **Практическое занятие 5**

Решение задач линейного программирования графическим методом (2 часа).

##### **Практическое занятие 6**

Решение задач линейного программирования симплекс – методом (2 часа).

##### **Практическое занятие 7**

Решение двойственной задачи линейного программирования (2 часа).

##### **Практическое занятие 8**

Методы выбора в условиях неопределенности. Статистические методы проверки гипотез (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Методы и модели системного анализа. Классификация методов и моделей системного анализа. Принятие решений. Модели и задачи принятия решений. Задачи оптимизации.
2. Двойственность в линейном программировании. Условия оптимальности. Содержательная интерпретация условий оптимальности.
3. Классическая транспортная задача. Метод потенциалов. Метод минимальной стоимости. Задача о назначении. Задача о максимальном потоке.
4. Квадратичные формы. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов. Экстремальные задачи при наличии ограничений. Метод Якоби.
5. Метод множителей Лагранжа. Условия оптимальности. Принцип линеаризации.

6. Задача распределения капиталовложения. Модель динамического программирования. Алгоритм обратной прогонки. Модифицированный симплекс метод. Метод больших штрафов.
7. S-игра. Нижняя и верхняя цены игры в S-игре. Теорема о минимаксе. Геометрическая интерпретация принципа минимакса. Применение двойственности к задаче на минимакс.
8. Графическое представление Байесовских стратегий.
9. Статистические игры без эксперимента. Стратегические и статистические игры. Пространство стратегий природы, статистика и функция потерь.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	108 / 3	6	6		3	0,5	15,5	88,75	Зач. с оц.(3,75)
Итого	108 / 3	6	6		3	0,5	15,5	88,75	3,75

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные принципы системного анализа	7	2	2						14	тестирование
2	Теория принятия решений – как элемент системного анализа	7	4	4						74,75	тестирование
Всего за семестр		108	6	6		+		3	0,5	88,75	Зач. с оц.(3,75)
Итого		108	6	6				3	0,5	88,75	3,75

### 4.2.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 7

*Раздел 1. Основные принципы системного анализа*

##### Лекция 1.

Введение. Области применения системного анализа. Классификация систем. Закономерности систем. Методы и модели системного анализа. Классификация методов и моделей системного анализа (2 часа).

*Раздел 2. Теория принятия решений – как элемент системного анализа*

##### Лекция 2.

Принятие решений. Классификация моделей, методов и задачи принятия решений. Задачи оптимизации. Целевая функция. Множество альтернатив. Критерии выбора (2 часа).

##### Лекция 3.

Многокритериальная оптимизация. Принцип Парето. Лексикографическая оптимизация. Вариационные методы получения детерминированных оценок. Структура и

методы принятия решений с использованием различных оценок. Графическое представление задач выбора. Методы оптимизации на графах и сетях (2 часа).

#### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

##### **Семестр 7**

*Раздел 1. Основные принципы системного анализа*

##### **Практическое занятие 1.**

Решение задач линейного программирования (2 часа).

*Раздел 2. Теория принятия решений – как элемент системного анализа*

##### **Практическое занятие 2.**

Методы выбора в условиях неопределенности (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Решение задач оптимизации на графах и сетях (2 часа).

#### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

#### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Методы и модели системного анализа. Классификация методов и моделей системного анализа. Принятие решений. Модели и задачи принятия решений. Задачи оптимизации.
2. Двойственность в линейном программировании. Условия оптимальности. Содержательная интерпретация условий оптимальности.
3. Классическая транспортная задача. Метод потенциалов. Метод минимальной стоимости. Задача о назначении. Задача о максимальном потоке.
4. Квадратичные формы. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов. Экстремальные задачи при наличии ограничений. Метод Якоби.
5. Метод множителей Лагранжа. Условия оптимальности. Принцип линеаризации.
6. Задача распределения капиталовложения. Модель динамического программирования. Алгоритм обратной прогонки. Модифицированный симплекс метод. Метод больших штрафов.
7. Графическое представление Байесовских стратегий.
8. Статистические игры без эксперимента. Стратегические и статистические игры. Пространство стратегий природы, статистика и функция потерь.
9. Многокритериальная оптимизация. Принцип Парето. Лексикографическая оптимизация. Вариационные методы получения детерминированных оценок. Структура и методы принятия решений с использованием различных оценок. Графическое представление задач выбора. Методы оптимизации на графах и сетях.
10. Основные понятия теории игр. Связь между матричными играми и линейным программированием. Методы решения игр. Классификация моделей игр по различным признакам. Игра как модель конфликтной ситуации. Понятие стратегии. Формальное описание игры двух лиц. Верхняя и нижняя цены игры.
11. Основы теории нечетких множеств. Нечеткие (лингвистические) переменные. Операции с нечеткими переменными. Нечеткая алгебра. Описание переменных в задачах принятия решений с помощью нечетких множеств. Нечеткий выбор.
12. Групповые задачи выбора. Формирование экспертных групп. Экспертная оценка альтернатив.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Принятие решений в условиях определенности. Линейное программирование.

2. Многокритериальная оптимизация. Принятие решений на основе предпочтений.
3. Принятие решений в условиях стохастической неопределенности.
4. Принятие решений в условиях конфликта.
5. Оптимизация на графах и сетях.
6. Динамическое программирование.
7. Принятие решений на основе метода анализа иерархий.
8. Принятие решений в условиях расплывчатой неопределенности.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

Для реализации познавательной и творческой активности студента в учебном процессе используются современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать учебное время и снижать долю репродуктивной деятельности студентов. В вузе представлен широкий спектр образовательных педагогических технологий, которые применяются в учебном процессе:

проблемное обучение - создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности;

разноуровневое обучение - у преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных студентов быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные студенты утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации учения;

исследовательские методы в обучении - дают возможность студентам самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения;

лекционно-семинарско-зачетная система - дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке студентов;

информационно-коммуникационные технологии - изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в интернет;

здоровьесберегающие технологии - использование данных технологий позволяют равномерно во время занятия распределять различные виды заданий, определять время подачи сложного учебного материала, выделять время на проведение самостоятельных работ, что дает положительные результаты в обучении.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Клименко, И. С. Методология системного исследования : учебное пособие / И. С. Клименко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 273 с. - <http://www.iprbookshop.ru/89238>
2. Серeda С.Н. Теория системного анализа и принятия решений: методические указания к практическим занятиям. - Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2012. - 48с. - 95 экз.
3. Горохов, В. Л. Теория системного анализа и принятия решений в БЖД : учебное пособие / В. Л. Горохов, В. В. Цаплин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский



## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Силич, М. П. Основы теории систем и системного анализа : учебное пособие / М. П. Силич, В. А. Силич. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 340 с. - <https://www.iprbookshop.ru/72159>
2. Методы оптимизации и теории управления : методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Методы оптимизации», «Математические методы теории управления» / составители Ю. И. Денисенко. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 18 с. - <http://www.iprbookshop.ru/22891>
3. Журнал "Математическое моделирование" - <http://www.mathnet.ru>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-образовательный портал МИ ВлГУ <https://www.mivlgu.ru/iop/>

Научная электронная библиотека "eLibrary" <http://elibrary.ru>

Электронная библиотека издательства Springer <http://www.link.springer.com>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

Mathcad Education – University Edition (100 pack) v.15 (Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)

MATLAB Classroom 100-149 Group All Platform Licenses (Государственный контракт №2.6.6.1 на закупку, установку, апробацию и внедрение современных средств САПР и библиотек проектирования от 20.11.2008 года)

Google Chrome (Лицензионное соглашение Google)

## **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[mathnet.ru](http://mathnet.ru)

[mivlgu.ru](http://mivlgu.ru)

[elibrary.ru](http://elibrary.ru)

[link.springer.com](http://link.springer.com)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Компьютерный класс

6 компьютеров Pentium Dual CPU; 6 компьютеров Intel Core i3-2100; сервер Intel®Xeon® X3430 @ 2.40 ГГц Проектор ViewSonic PG603X DLP; ноутбук HP.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией методов принятия решений. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*20.03.01 Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент *Середа С.Н.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 17 от 23.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 23.05.2023 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Теория системного анализа и принятия решений**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Тест текущего контроля знаний

1. Что характерно для задач принятия решений в условиях определенности?
  - a. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - d. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
2. Что характерно для задач принятия решений в условиях конфликта?
  - a. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - b. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - c. Выбор оптимальных стратегий каждым из игроков на основе платежной матрицы
  - d. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - e. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
3. Что характерно для задач принятия решений в условиях неопределенности?
  - a. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - b. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - c. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - d. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
4. Что характерно для задач принятия решений в условиях риска?
  - a. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - d. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
5. Что характерно для задач принятия решений в условиях расплывчатой неопределенности?
  - a. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - d. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними.
6. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить к какому исходу приведет выбор какой-либо альтернативы?
  - a. Прямые задачи

- b. Задачи идентификации
- c. Задачи оптимизации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

7. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество исходов и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить, какая альтернатива привела к наблюдаемому исходу?

- a. Обратные задачи
- b. Прямые задачи
- c. Задачи оптимизации
- d. Задачи ранжирования
- e. Задачи идентификации

8. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, а также функциональная зависимость между ними, и требуется принять оптимальное решение?

- a. Задачи оптимизации
- b. Прямые задачи
- c. Задачи идентификации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

9. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется установить функциональную связь между альтернативами и исходами?

- a. Задачи оптимизации
- b. Задачи ранжирования
- c. Обратные задачи
- d. Прямые задачи
- e. Задачи идентификации

10. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется их упорядочить по некоторому критерию оптимальности?

- a. Прямые задачи
- b. Задачи оптимизации
- c. Задачи ранжирования
- d. Обратные задачи
- e. Задачи идентификации

11. В задачах нелинейного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

- a. Переменные линейно независимы
- b. Множество значений переменных нелинейное
- c. Целевая функция может быть нелинейной
- d. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

12. Что определяет понятие «оптимальное решение»?

- a. Максимизация (минимизация) целевой функции
- b. Выбор альтернативы, приводящей к наиболее вероятному исходу
- c. Выбор альтернативы, соответствующей наилучшему значению критерия оптимальности
- d. Упорядочение множества альтернатив по некоторому критерию оптимальности

13. Что такое целевая функция?

- a. Функция, устанавливающая зависимость альтернатив и исходов
- b. Поиск оптимального решения на множестве альтернатив и исходов
- c. Критерий оптимальности
- d. Функция, заданная на множестве исходов, характеризующая цель задачи выбора

14. Что такое «критерий оптимальности»?

- a. Оптимальная альтернатива из множества возможных
- b. Экстремальное значение целевой функции
- c. Стратегия принятия оптимальных решений
- d. Целевой показатель, позволяющий сравнивать альтернативы между собой на предмет оптимальности

15. Что такое множество Парето?

- a. Множество недоминируемых альтернатив
- b. Множество оптимальных альтернатив
- c. Множество альтернатив внутри области допустимых решений
- d. Множество граничных точек в области допустимых решений

16. Что такое «системная матрица»?

- a. Вектор критериев оптимальности
- b. Симплексная таблица
- c. Таблица, устанавливающая функциональную связь альтернатив и исходов
- d. Матрица, задающая граф связей альтернатив и исходов

17. Что такое «область допустимых решений»?

- a. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности
- b. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- c. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- d. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности

18. Для решения каких задач обычно применяется симплекс-метод?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Линейного программирования
- d. Целочисленного программирования
- e. Игровых задач в смешанных стратегиях
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

19. Для решения каких задач применяется метод кусочно-линейной аппроксимации целевой функции?

- a. Линейного программирования
- b. Игровых задач в чистых стратегиях
- c. Выпуклого программирования
- d. Динамического программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

20. Для решения каких задач применяется метод множителей Лагранжа?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Игровых задач в смешанных стратегиях
- c. Целочисленного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Линейного программирования
- f. Нелинейного программирования

21. Для решения каких задач применяется метод Гомори?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Квадратичного программирования
- c. Игровых задач в смешанных стратегиях
- d. Нелинейного программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Линейного программирования

22. Для решения каких задач обычно применяется скалярный суперкритерий?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Линейного программирования
- c. Нелинейного программирования
- d. Игровых задач в смешанных стратегиях
- e. Динамического программирования
- f. Многокритериальных задач выбора

23. Для решения каких задач обычно применяется метод Фибоначчи?

- a. Игровых задач в смешанных стратегиях
- b. Линейного программирования
- c. Нелинейного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Принятия решений в условиях неопределенности
- f. Многокритериальных задач выбора

24. Для решения каких задач обычно применяется метод золотого сечения?

- a. Игровых задач в смешанных стратегиях
- b. Принятия решений в условиях неопределенности
- c. Линейного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Нелинейного программирования
- f. Многокритериальных задач выбора

25. Решение каких задач основано на принципе оптимальности Беллмана?

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Принятия решений в условиях неопределенности
- d. Линейного программирования
- e. Многокритериальных задач выбора
- f. Игровых задач в смешанных стратегиях

26. В задачах квадратичного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

- a. Число ограничений задачи не более двух
- b. Число переменных не больше двух
- c. Целевая функция задана полиномом второго порядка
- d. Ограничения задачи линейные

е. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

27. В задачах целочисленного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

а. Коэффициенты при неизвестных в выражении целевой функции должны быть целочисленными

б. Целевая функция целочисленная

с. Вектор свободных членов ограничений задачи должен быть целочисленным

д. Переменные принимают только целочисленные значения

е. Область допустимых решений построена на целочисленных множествах переменных

28. В задачах динамического программирования:

Выберите один или несколько ответов:

а. Оптимальные решения на текущем шаге принимаются с учетом решений, принятых на предыдущем шаге

б. Переменные задачи изменяются динамически

с. Множество значений переменных задачи целочисленное

д. Множество значений переменных задачи конечно и дискретно

29. Сопоставьте целевые функции и соответствующие задачи математического программирования?

а.  $Z = 3x_1 + 2x_2$

б.  $Z = 2x^2 + 3y$

с.  $Z_k = 3x_k + Z_{k-1}^*$

д.  $Z = 2x^2 + \sqrt{y}$

1. Линейное программирование

2. Нелинейное программирование

3. Квадратичное программирование

4. Динамическое программирование

30. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования?

а. каноническая

б. двойственная

с. общая

д. стандартная

31. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования

а. каноническая

б. двойственная

с. общая

д. стандартная

32. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования

а. каноническая

б. двойственная

с. общая

д. стандартная

33. Какое из условий симплекс-метода решения задачи линейного программирования (максимизации целевой функции) свидетельствует о достижении оптимального решения?

а. все симплексные разности  $\neq 0$



- b. все симплексные разности  $\leq 0$
- c. все симплексные разности  $\geq 0$
- d. все симплексные разности  $= 0$

34. Какое из условий симплекс-метода решения задачи линейного программирования (минимизации целевой функции) свидетельствует о достижении оптимального решения?

- a. все симплексные разности  $\geq 0$
- b. все симплексные разности  $\neq 0$
- c. все симплексные разности  $= 0$
- d. все симплексные разности  $\leq 0$

35. В задачах линейного программирования целевая функция

- a. не имеет ограничений по виду
- b. линейная
- c. алгоритмическая
- d. нелинейная

36. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную  $+z_1$
- b. никаких преобразований не требуется
- c. умножить 1-е уравнение на  $(-1)$
- d. умножить целевую функцию на  $(-1)$

37. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. умножить уравнения ограничений на  $(-1)$
- b. никаких преобразований не требуется
- c. умножить целевую функцию на  $(-1)$  и ввести в ограничения балансовые переменные
- d. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную  $+z_1$

38. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. умножить целевую функцию на  $(-1)$
- b. никаких преобразований не требуется
- c. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную  $+z_1$
- d. умножить 1-е уравнение на  $(-1)$

39. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. умножить 1-е ограничение на  $(-1)$  и ввести в ограничения балансовые переменные
- b. умножить 1-е ограничение на  $(-1)$
- c. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную  $+z_1$
- d. никаких преобразований не требуется

40. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. никаких преобразований не требуется
- b. умножить уравнения ограничений на  $(-1)$

- c. умножить целевую функцию на (-1)
- d. ввести в ограничения балансовые переменные

41. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

- a. ввести в целевую функцию переменные  $x_4, x_5, x_6$
- b. умножить первое ограничение на (-1)
- c. никаких преобразований не требуется
- d. ввести в ограничения балансовые переменные

42. Какая из альтернатив, заданных точками на плоскости, является наилучшей в задаче линейного программирования:

- a. (1,3)
- b. (1,1)
- c. (3,1)
- d. (2,2)

43. Какая из альтернатив, заданных точками на плоскости, является наилучшей в задаче линейного программирования:

- a. (1,2)
- b. (2,1)
- c. (2,2)
- d. (0,0)

44. Вычислите сумму коэффициентов при неизвестных в выражении целевой функции для задачи линейного программирования:

$$\begin{aligned} z &= 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \text{ (min)}, \\ \left. \begin{aligned} x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 &= 2 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 7 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \text{ (} i=1, \dots, 4 \text{)}. \end{aligned}$$

45. Вычислите сумму коэффициентов при неизвестных в выражении целевой функции для задачи линейного программирования являющейся двойственной к представленной ниже:

$$\begin{aligned} z &= -4x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} 2x_1 - x_2 - x_3 &= 1 \\ x_1 - 3x_2 - x_4 &= -13 \\ 4x_1 + x_2 + x_5 &= 13 \\ x_1 - 3x_2 + x_6 &= 0 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \text{ (} i=1, \dots, 6 \text{)}. \end{aligned}$$

46. Вычислите сумму свободных членов ограничений для задачи линейного программирования:

$$z = 4x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 \text{ (max)},$$

$$\left. \begin{aligned} 2x_1 - x_2 - x_3 &= 10 \\ x_1 - 3x_2 - x_4 &= 12 \\ 4x_1 + x_2 + x_5 &= 6 \\ x_1 - 3x_2 + x_6 &= 0 \end{aligned} \right\},$$

$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 6).$$

47. Вычислите сумму свободных членов ограничений для задачи линейного программирования являющейся двойственной к представленной ниже:

$$z = -x_1 - 2x_2 + x_4 + 2x_5 \text{ (max)},$$

$$\left. \begin{aligned} 3x_1 + x_2 + 2x_3 &\leq 10 \\ 2x_1 + 5x_4 &\geq 10 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_5 &\leq 20 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 + 2x_4 - 4x_5 &\geq 15 \\ -3x_1 + 2x_2 - 2x_3 - 2x_4 + x_5 &\leq 25 \end{aligned} \right\},$$

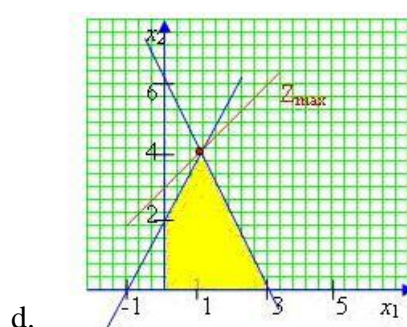
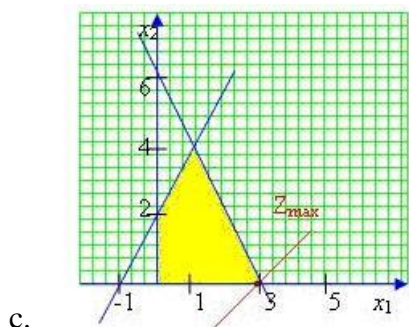
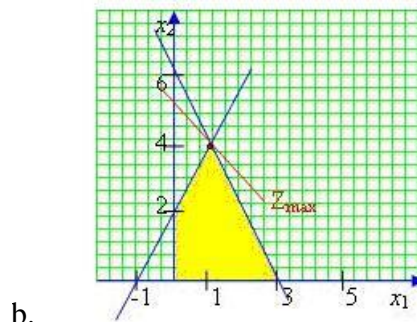
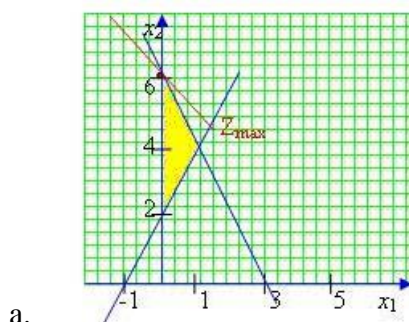
$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 5).$$

48. Какой из рисунков является графическим решением задачи линейного программирования

$$z = x_1 + x_2 \text{ (max)},$$

$$\left. \begin{aligned} 4x_1 + 2x_2 &\leq 12 \\ -4x_1 + 2x_2 &\leq 4 \end{aligned} \right\},$$

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

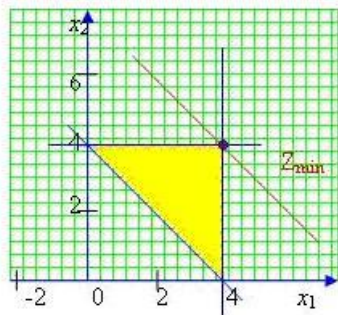


49. Какой из рисунков является графическим решением задачи линейного программирования

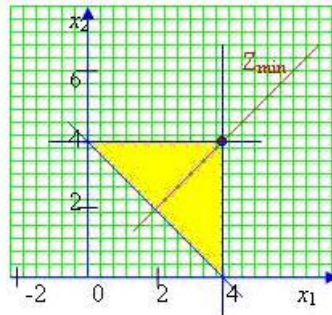
$$z = x_1 - x_2 \text{ (min),}$$

$$\left. \begin{array}{l} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 \leq 4 \\ x_2 \leq 4 \end{array} \right\},$$

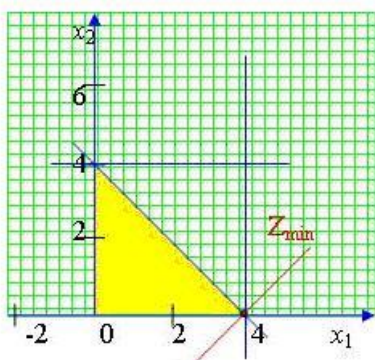
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$



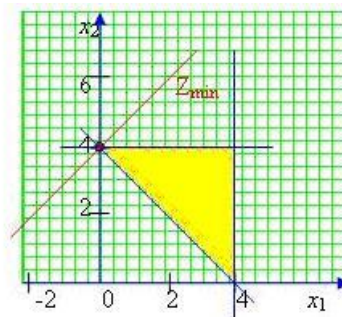
a.



b.



c.



d.

50. Задача об оптимальном выпуске продукции. Предприятие выпускает три вида продукции на основе сырья двух типов. Удельные затраты сырья  $i$ -го типа на производство единицы продукции  $j$ -го вида заданы матрицей  $A = \{a_{ij}\}$ . Известны запасы сырья на предприятии  $b_1 = 25$ ,  $b_2 = 30$  ед. Планируемая прибыль от производства и реализации единицы продукции  $i$ -го вида составляет  $c_1 = 1$ ,  $c_2 = 2$ ,  $c_3 = 3$  условным денежным единицам. По госзаказу необходимо произвести продукцию каждого вида в количестве не менее 3, 5 и 2 ед. соответственно. Составить оптимальный план производства, который был бы технологически осуществим по имеющимся ресурсам, обеспечивал выполнение госзаказа и приносил бы наибольшую прибыль предприятию.  $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \end{bmatrix}$ . Какая из приведенных математических моделей соответствует представленной задаче?

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

a.

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 30 \\ x_1 \geq 3, x_2 \geq 5, x_3 \geq 2. \end{cases}$$

b.

$$Z = 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 = 5 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 30 \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 2, x_3 \geq 3. \end{cases}$$

c.

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 3, x_2 \geq 5, x_3 \geq 2. \end{cases}$$

d.

51. Транспортная задача. Имеется  $M$  пунктов  $A_1, A_2, \dots, A_M$  производства молока и  $K$  пунктов  $B_1, B_2, \dots, B_K$  его потребления. Количество произведенного молока в пункте  $A_i$  равно  $a_i$ , а потребность в нем в пункте  $B_j$  равна  $b_j$  ( $i=1, \dots, M$ ;  $j=1, \dots, K$ ). Стоимость перевозки единицы продукции из  $A_i$  в  $B_j$  равна  $C_{ij}$ . Составить оптимальный план перевозок, чтобы вывести весь продукт из пунктов производства, обеспечить спрос в пунктах потребления, а суммарная стоимость перевозок была минимальной. Исходные данные:  $M=2$ ,  $K=4$ ,  $A=[10, 20]$ ,  $B=[5, 10, 15]$ ,  $C=[1 \ 3 \ 4 \ ; \ 5 \ 3 \ 2]$ . Какая из приведенных математических моделей соответствует представленной задаче?

- a. 
$$\begin{aligned} z &= 10x_1 + 20x_2 \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} x_1 + 5x_2 &\geq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 &\geq 10 \\ 4x_1 + 2x_2 &\geq 15 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \ (i=1,2). \end{aligned}$$
- b. 
$$\begin{aligned} z &= x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &\geq 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &\geq 20 \\ x_{11} + x_{21} &\leq 5 \\ x_{12} + x_{22} &\leq 10 \\ x_{13} + x_{23} &\leq 15 \end{aligned} \right\}, \\ x_{ij} &\geq 0 \ (i=1,2; j=1,2,3). \end{aligned}$$
- c. 
$$\begin{aligned} z &= x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &\geq 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &\geq 20 \\ x_{11} + x_{21} &\leq 5 \\ x_{12} + x_{22} &\leq 10 \\ x_{13} + x_{23} &\leq 15 \end{aligned} \right\}, \\ x_{ij} &\geq 0 \ (i=1,2; j=1,2,3). \end{aligned}$$
- d. 
$$\begin{aligned} z &= x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &= 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &= 20 \\ x_{11} + x_{21} &\geq 5 \\ x_{12} + x_{22} &\geq 10 \\ x_{13} + x_{23} &\geq 15 \end{aligned} \right\}, \\ x_{ij} &\geq 0 \ (i=1,2; j=1,2,3). \end{aligned}$$

52. Какой из вариантов образует пару симметричных двойственных задач к задаче линейного программирования

- a. 
$$\begin{aligned} z &= 2x_1 + x_2 \ (\max), \\ \left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\leq 4 \\ x_1 - x_2 &\leq 6 \\ x_1 + x_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\}, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$
- b. 
$$\begin{aligned} \tilde{z} &= -2x_1 - x_2 \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\geq 4 \\ x_1 - x_2 &\geq 6 \\ x_1 + x_2 &\geq 3 \end{aligned} \right\}, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$
- c. 
$$\begin{aligned} \tilde{z} &= 2x_1 + x_2 \ (\min), \\ \left. \begin{aligned} -x_1 + 2x_2 &\geq -4 \\ -x_1 + x_2 &\geq -6 \\ -x_1 - x_2 &\geq -3 \end{aligned} \right\}, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= 4y_1 + 6y_2 + 3y_3 \text{ (min)}, & \tilde{z} &= 4y_1 + 6y_2 + 3y_3 \text{ (min)}, \\ \left. \begin{aligned} y_1 + y_2 + y_3 &\geq 2 \\ -2y_1 - y_2 + y_3 &\geq 1 \end{aligned} \right\}, & \left. \begin{aligned} -y_1 - y_2 - y_3 &\geq -2 \\ 2y_1 + y_2 - y_3 &\geq -1 \end{aligned} \right\}, \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0. & y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0. \end{aligned}$$

c.

d.

53. Какой из вариантов образует пару симметричных двойственных задач к задаче линейного программирования

$$\begin{aligned} z &= x_1 - 2x_2 + 3x_3 \text{ (min)}, \\ \left. \begin{aligned} -2x_1 + x_2 + 3x_3 &\geq 2 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 &\leq 1 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \text{ (} i=1, \dots, 3 \text{)}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= 2y_1 + y_2 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} -2y_1 + 2y_2 &\leq 1 \\ y_1 + 3y_2 &\leq -2 \\ 3y_1 + 4y_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\}, \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0. \end{aligned}$$

a.

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= -y_1 + 2y_2 + 3y_3 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} 2y_1 - y_2 - 3y_3 &\leq -2 \\ -2y_1 - 3y_2 - 4y_3 &\leq -1 \end{aligned} \right\}, \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0. \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= y_1 - 2y_2 + 3y_3 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} -2y_1 + y_2 + 3y_3 &\leq 2 \\ 2y_1 + 3y_2 + 4y_3 &\geq 1 \end{aligned} \right\}, \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0. \end{aligned}$$

c.

$$\begin{aligned} \tilde{z} &= 2y_1 - y_2 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} -2y_1 - 2y_2 &\leq 1 \\ y_1 - 3y_2 &\leq -2 \\ 3y_1 - 4y_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\}, \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0. \end{aligned}$$

d.

54. Используя скалярный суперкритерий, определите оптимальную альтернативу из множества {A, B, C, D, E, F} в многокритериальной задаче выбора, заданной таблицей балльных оценок при следующих коэффициентах важности критериев:  $\alpha_1=3, \alpha_2=2, \alpha_3=1, \alpha_4=4$ .

	p1	p2	p3	p4		p1	p2	p3	p4
A	3	4	1	3	D	4	3	2	2
B	3	2	2	4	E	2	3	2	4
C	2	2	3	2	F	2	3	1	4

55. Используя скалярный суперкритерий, определите оптимальную альтернативу из множества {A, B, C, D, E, F} в многокритериальной задаче выбора, заданной таблицей балльных оценок при следующих коэффициентах важности критериев:  $\alpha_1=3, \alpha_2=2, \alpha_3=2, \alpha_4=1$ .

	p1	p2	p3	p4
A	5	2	1	3
B	3	3	2	4
C	3	3	3	2
D	4	4	3	2
E	5	4	2	4

F      2      5      1      2

56. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Байеса-Лапласа, если задана системная матрица S. Вероятности выбора состояний среды принять одинаковыми.

- a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

57. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Сэвиджа, если задана системная матрица

- a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

58. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Гурвица (при  $\alpha=0,25$ ), если задана системная матрица

- a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

59. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия максимина, если задана системная матрица

- a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

60. Определите оптимальную альтернативу в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия минимакса, если задана системная матрица

- a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

61. Для заданной платежной матрицы игра для двух игроков

- a. для 1-го игрока есть чистая стратегия, для 2-го игрока – смешанные стратегии
- b. имеет решение в чистых стратегиях
- c. не имеет решения
- d. имеет решение в смешанных стратегиях
- e. для 2-го игрока есть чистая стратегия, для 1-го игрока – смешанные стратегии

62. Для заданной платежной матрицы игра для двух игроков

- a. для 2-го игрока есть чистая стратегия, для 1-го игрока – смешанные стратегии
- b. имеет решение в чистых стратегиях
- c. не имеет решения
- d. имеет решение в смешанных стратегиях

63. Определите седловую точку платежной матрицы

- a. (4,4) b. (3,2) c. (1,5) d. (2,1)

64. Определите седловую точку платежной матрицы

- a. (1,3) b. (2,1)      c. (4,4) d. (3,3)

65. Определите седловую точку платежной матрицы

- a. (2,3) b. (3,3)      c. (4,2) d. (1,3)

66. Упростите платежную матрицу

Варианты ответов

a.                      b.                      c.                      d.

67. Упростите платежную матрицу

Варианты ответов

a.                      b.                      c.                      d.

68. Упростите платежную матрицу

Варианты ответов

a.                      b.                      c.                      d.

69. Определите сумму номера строки и номера столбца, соответствующих оптимальным стратегиям игроков, для заданной платежной матрицы  $S$ . Нумерация строк и столбцов начинается с 1.

70. Определите сумму номера строки и номера столбца, соответствующих оптимальным стратегиям игроков, для заданной платежной матрицы  $S$ . Нумерация строк и столбцов начинается с 1.

71. Задан сетевой график работ. На какую работу следует разместить дополнительного рабочего, чтобы оптимально уменьшить общую трудоемкость комплекса работ? Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=4$ ;  $t_{13}=4$ ;  $t_{23}=2$ ;  $t_{24}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=4$ ;  $t_{56}=3$

a. (3,5) b. (1,3) c. (1,2)                      d. (2,4)

72. Задан сетевой график работ. Определите продолжительность всего цикла работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=4$ ;  $t_{13}=4$ ;  $t_{23}=2$ ;  $t_{24}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=4$ ;  $t_{56}=3$

a. 14    b. 27    c. 12    d. 13

73. Задан сетевой график работ. На какую работу следует разместить дополнительного рабочего, чтобы оптимально уменьшить общую трудоемкость комплекса работ? Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=2$ ;  $t_{13}=3$ ;  $t_{14}=5$ ;  $t_{25}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=3$ ;  $t_{57}=3$ ;  $t_{67}=4$

a. (1,4) b. (3,5)                      c. (1,2) d. (2,5)

74. Задан сетевой график работ. Определите продолжительность всего цикла работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=1$ ;  $t_{13}=6$ ;  $t_{24}=3$ ;  $t_{25}=6$ ;  $t_{35}=3$ ;  $t_{46}=6$ ;  $t_{56}=2$

a. 27                      b. 11                      c. 10                      d. 9

75. Определите длину минимального остовного дерева, построенного на графе, заданном матрицей



76. Определите длину минимального остовного дерева, построенного на графе, заданном матрицей

77. Определите длину кратчайшего пути из первой вершины в последнюю в графе, заданном матрицей

78. Определите длину кратчайшего пути из первой вершины в последнюю в направленном графе, заданном матрицей

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	3 практических занятия	10
Рейтинг-контроль 2	3 практических занятия	10
Рейтинг-контроль 3	2 практических занятия	20
Посещение занятий студентом		10
Дополнительные баллы (бонусы)	научная работа	10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	решение типовых задач	40

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

ПК-2:

Блок 1 (знать)

1. Что характерно для задач принятия решений в условиях определенности?
  - a. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - d. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
2. Что характерно для задач принятия решений в условиях конфликта?
  - a. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - b. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - c. Выбор оптимальных стратегий каждым из игроков на основе платежной матрицы
  - d. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - e. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных

3. Что характерно для задач принятия решений в условиях неопределенности?
- a. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - b. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - c. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - d. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
4. Что характерно для задач принятия решений в условиях риска?
- a. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними
  - d. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
5. Что характерно для задач принятия решений в условиях расплывчатой неопределенности?
- a. Выбор какой-либо альтернативы может привести к одному из нескольких исходов с известной вероятностью его появления
  - b. Множество альтернатив или исходов является нечетким
  - c. Выбор альтернативы однозначно определяет один исход из множества возможных
  - d. Отсутствует какая-либо информация о структуре множества альтернатив или исходов, а также связях между ними.
6. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить к какому исходу приведет выбор какой-либо альтернативы?
- a. Прямые задачи
  - b. Задачи идентификации
  - c. Задачи оптимизации
  - d. Обратные задачи
  - e. Задачи ранжирования
7. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество исходов и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить, какая альтернатива привела к наблюдаемому исходу?
- a. Обратные задачи
  - b. Прямые задачи
  - c. Задачи оптимизации
  - d. Задачи ранжирования
  - e. Задачи идентификации
8. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, а также функциональная зависимость между ними, и требуется принять оптимальное решение?
- a. Задачи оптимизации

- b. Прямые задачи
- c. Задачи идентификации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

9. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется установить функциональную связь между альтернативами и исходами?

- a. Задачи оптимизации
- b. Задачи ранжирования
- c. Обратные задачи
- d. Прямые задачи
- e. Задачи идентификации

10. Определите класс задач принятия решений с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется их упорядочить по некоторому критерию оптимальности?

- a. Прямые задачи
- b. Задачи оптимизации
- c. Задачи ранжирования
- d. Обратные задачи
- e. Задачи идентификации

11. В задачах нелинейного программирования:

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Переменные линейно независимы
- b. Множество значений переменных нелинейное
- c. Целевая функция может быть нелинейной
- d. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

12. Что определяет понятие «оптимальное решение»?

- a. Максимизация (минимизация) целевой функции
- b. Выбор альтернативы, приводящей к наиболее вероятному исходу
- c. Выбор альтернативы, соответствующей наилучшему значению критерия оптимальности
- d. Упорядочение множества альтернатив по некоторому критерию оптимальности

13. Что такое целевая функция?

- a. Функция, устанавливающая зависимость альтернатив и исходов
- b. Поиск оптимального решения на множестве альтернатив и исходов
- c. Критерий оптимальности
- d. Функция, заданная на множестве исходов, характеризующая цель задачи выбора

14. Что такое «критерий оптимальности»?

- a. Оптимальная альтернатива из множества возможных
- b. Экстремальное значение целевой функции
- c. Стратегия принятия оптимальных решений

d. Целевой показатель, позволяющий сравнивать альтернативы между собой на предмет оптимальности

15. Что такое множество Парето?

- a. Множество недоминируемых альтернатив
- b. Множество оптимальных альтернатив
- c. Множество альтернатив внутри области допустимых решений
- d. Множество граничных точек в области допустимых решений

16. Что такое «системная матрица»?

- a. Вектор критериев оптимальности
- b. Симплексная таблица
- c. Таблица, устанавливающая функциональную связь альтернатив и исходов
- d. Матрица, задающая граф связей альтернатив и исходов

17. Что такое «область допустимых решений»?

- a. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности
- b. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- c. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- d. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности

18. Для решения каких задач обычно применяется симплекс-метод?

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Линейного программирования
- d. Целочисленного программирования
- e. Игровых задач в смешанных стратегиях
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

19. Для решения каких задач применяется метод кусочно-линейной аппроксимации целевой функции?

- a. Линейного программирования
- b. Игровых задач в чистых стратегиях
- c. Выпуклого программирования
- d. Динамического программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

20. Для решения каких задач применяется метод множителей Лагранжа?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Игровых задач в смешанных стратегиях
- c. Целочисленного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Линейного программирования

f. Нелинейного программирования

21. Для решения каких задач применяется метод Гомори?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Квадратичного программирования
- c. Игровых задач в смешанных стратегиях
- d. Нелинейного программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Линейного программирования

22. Для решения каких задач обычно применяется скалярный суперкритерий?

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Линейного программирования
- c. Нелинейного программирования
- d. Игровых задач в смешанных стратегиях
- e. Динамического программирования
- f. Многокритериальных задач выбора

23. Для решения каких задач обычно применяется метод Фибоначчи?

- a. Игровых задач в смешанных стратегиях
- b. Линейного программирования
- c. Нелинейного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Принятия решений в условиях неопределенности
- f. Многокритериальных задач выбора

24. Для решения каких задач обычно применяется метод золотого сечения?

- a. Игровых задач в смешанных стратегиях
- b. Принятия решений в условиях неопределенности
- c. Линейного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Нелинейного программирования
- f. Многокритериальных задач выбора

25. Решение каких задач основано на принципе оптимальности Беллмана?

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Принятия решений в условиях неопределенности
- d. Линейного программирования
- e. Многокритериальных задач выбора
- f. Игровых задач в смешанных стратегиях

26. В задачах квадратичного программирования:

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Число ограничений задачи не более двух
- b. Число переменных не больше двух

- c. Целевая функция задана полиномом второго порядка
- d. Ограничения задачи линейные
- e. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

27. В задачах целочисленного программирования:

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Коэффициенты при неизвестных в выражении целевой функции должны быть целочисленными
- b. Целевая функция целочисленная
- c. Вектор свободных членов ограничений задачи должен быть целочисленным
- d. Переменные принимают только целочисленные значения
- e. Область допустимых решений построена на целочисленных множествах переменных

28. В задачах динамического программирования:

*Выберите один или несколько ответов:*

- a. Оптимальные решения на текущем шаге принимаются с учетом решений, принятых на предыдущем шаге
- b. Переменные задачи изменяются динамически
- c. Множество значений переменных задачи целочисленное
- d. Множество значений переменных задачи конечно и дискретно

29. В задачах линейного программирования целевая функция

- a. не имеет ограничений по виду
- b. линейная
- c. алгоритмическая
- d. нелинейная

## Блок 2 (уметь)

1. Вычислите сумму коэффициентов при неизвестных в выражении целевой функции для задачи линейного программирования:

$$z = 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 &= 2 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 7 \end{aligned} \right\},$$

$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 4).$$

2. Вычислите сумму коэффициентов при неизвестных в выражении целевой функции для задачи линейного программирования являющейся двойственной к представленной ниже:

$$z = -4x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 \text{ (max),}$$

$$\left. \begin{array}{l} 2x_1 - x_2 - x_3 = 1 \\ x_1 - 3x_2 - x_4 = -13 \\ 4x_1 + x_2 + x_5 = 13 \\ x_1 - 3x_2 + x_6 = 0 \end{array} \right\},$$

$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 6).$$

3. Вычислите сумму свободных членов ограничений для задачи линейного программирования:

$$z = 4x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 \text{ (max),}$$

$$\left. \begin{array}{l} 2x_1 - x_2 - x_3 = 10 \\ x_1 - 3x_2 - x_4 = 12 \\ 4x_1 + x_2 + x_5 = 6 \\ x_1 - 3x_2 + x_6 = 0 \end{array} \right\},$$

$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 6).$$

4. Вычислите сумму свободных членов ограничений для задачи линейного программирования являющейся двойственной к представленной ниже:

$$z = -x_1 - 2x_2 + x_4 + 2x_5 \text{ (max),}$$

$$\left. \begin{array}{l} 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 10 \\ 2x_1 + 5x_4 \geq 10 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_5 \leq 20 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 + 2x_4 - 4x_5 \geq 15 \\ -3x_1 + 2x_2 - 2x_3 - 2x_4 + x_5 \leq 25 \end{array} \right\},$$

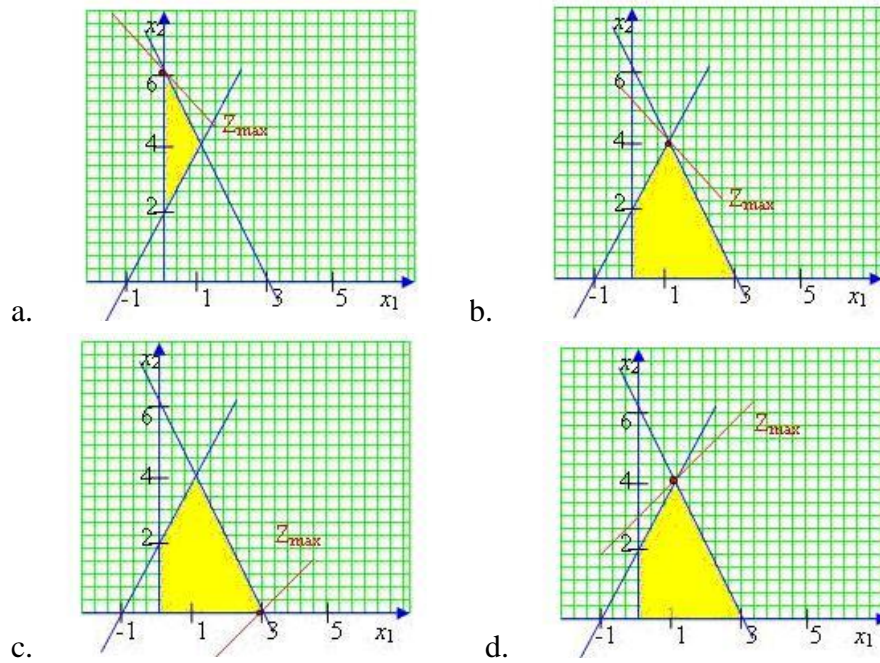
$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, 5).$$

5. Какой из рисунков является графическим решением задачи линейного программирования

$$z = x_1 + x_2 \text{ (max),}$$

$$\left. \begin{array}{l} 4x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 4 \end{array} \right\},$$

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

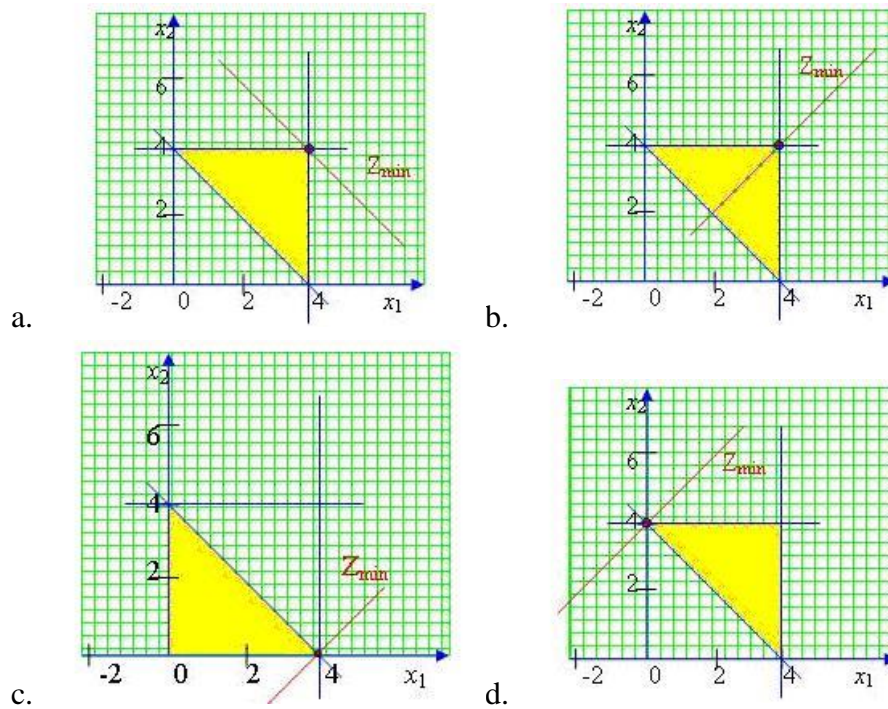


6. Какой из рисунков является графическим решением задачи линейного программирования

$$z = x_1 - x_2 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{array}{l} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 \leq 4 \\ x_2 \leq 4 \end{array} \right\},$$

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



7. . Для заданной платежной матрицы игра для двух игроков



$$S = \begin{bmatrix} 8 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 6 & 8 & 9 \\ 8 & 2 & 4 & 6 \\ 6 & 3 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

- a. для 1-го игрока есть чистая стратегия, для 2-го игрока – смешанные стратегии
- b. имеет решение в чистых стратегиях
- c. не имеет решения
- d. имеет решение в смешанных стратегиях
- e. для 2-го игрока есть чистая стратегия, для 1-го игрока – смешанные стратегии

8. Для заданной платежной матрицы игра для двух игроков

$$S = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 \\ 4 & 1 & 6 & -1 \\ 3 & -2 & 4 & -3 \\ 3 & -1 & 5 & -2 \end{bmatrix}$$

- a. для 2-го игрока есть чистая стратегия, для 1-го игрока – смешанные стратегии
- b. имеет решение в чистых стратегиях
- c. не имеет решения
- d. имеет решение в смешанных стратегиях

9. Определите седловую точку платежной матрицы

$$S = \begin{bmatrix} 4 & 5 & 8 & 7 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 5 & 10 \\ 7 & 6 & 10 & 7 & 11 \\ 5 & 5 & 4 & 8 & 13 \end{bmatrix}$$

- a. (4,4) b. (3,2) c. (1,5) d. (2,1)

10. Определите седловую точку платежной матрицы

$$S = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,6 & 0,1 & 0,9 \\ 0,5 & 0,7 & 0,6 & 1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,7 & 0,6 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,5 \end{bmatrix}$$

- a. (1,3) b. (2,1) c. (4,4) d. (3,3)

11. Определите седловую точку платежной матрицы

$$S = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 6 & -2 \\ 4 & -3 & 5 & -4 \\ 3 & -2 & 4 & -3 \\ 3 & -1 & 5 & -2 \end{bmatrix}$$

- a. (2,3) b. (3,3) c. (4,2) d. (1,3)

12. Упростите платежную матрицу

$$\begin{bmatrix} 5 & 3 & 4 & 4 \\ 6 & 5 & 5 & 7 \\ 5 & 6 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

Варианты ответов

a.  $\begin{bmatrix} 5 & 5 \\ 6 & 5 \end{bmatrix}$       b.  $\begin{bmatrix} 6 & 7 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$       c.  $\begin{bmatrix} 6 & 7 \end{bmatrix}$       d.  $\begin{bmatrix} 3 & 4 & 4 \end{bmatrix}$

13. Упростите платежную матрицу

$$\begin{bmatrix} 8 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 2 & 8 & 9 \\ 8 & 6 & 4 & 7 \\ 6 & 3 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

Варианты ответов

a.  $\begin{bmatrix} 7 & 9 \\ 8 & 7 \end{bmatrix}$       b.  $\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$       c.  $\begin{bmatrix} 2 & 8 \\ 6 & 4 \end{bmatrix}$       d.  $\begin{bmatrix} 8 & 7 \\ 6 & 5 \end{bmatrix}$

14. Упростите платежную матрицу

$$\begin{bmatrix} 8 & 6 & 4 & 7 & 7 \\ 5 & 4 & 3 & 4 & 6 \\ 4 & 3 & 2 & 3 & 4 \\ 7 & 2 & 6 & 5 & 9 \end{bmatrix}$$

Варианты ответов

a.  $\begin{bmatrix} 8 & 7 \\ 7 & 9 \end{bmatrix}$       b.  $\begin{bmatrix} 6 & 4 \\ 2 & 6 \end{bmatrix}$       c.  $\begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}$       d.  $\begin{bmatrix} 6 \\ 4 \end{bmatrix}$

15. Определите сумму номера строки и номера столбца, соответствующих оптимальным стратегиям игроков, для заданной платежной матрицы S. Нумерация строк и столбцов начинается с 1.

$$s = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 6 \\ 7 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

16. Сопоставьте целевые функции и соответствующие задачи математического программирования?

e.  $Z = 3x_1 + 2x_2$

f.  $Z = 2x^2 + 3y$

g.  $Z_k = 3x_k + Z_{k-1}^*$

h.  $Z = 2x^2 + \sqrt{y}$

1. Линейное программирование

2. Нелинейное программирование

3. Квадратичное программирование

4. Динамическое программирование

17. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования?

$$\begin{aligned} z &= 2x_1 + 3x_2 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} 3x_1 + 2x_2 &\leq 10 \\ x_1 + x_2 &\leq 2 \\ 2x_1 + x_2 &\leq 10 \end{aligned} \right\}, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

- a. каноническая
- b. двойственная
- c. общая
- d. стандартная

18. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования

$$\begin{aligned} z &= x_1 + 2x_2 + 3x_3 \text{ (max)}, \\ \left. \begin{aligned} 2x_1 + x_2 + 2x_3 &= 12 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 &= 7 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \ (i = 1, \dots, 3). \end{aligned}$$

- a. каноническая
- b. двойственная
- c. общая
- d. стандартная

19. Какая форма представления соответствует задаче линейного программирования

$$\begin{aligned} z &= x_1 + 2x_2 - 2x_3 + x_4 - x_5 \text{ (min)}, \\ \left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 + x_4 &= 3 \\ x_3 - 2x_4 &= 4 \\ 3x_2 - x_4 + x_5 &\leq 6 \\ x_2 + x_5 &\geq 3 \end{aligned} \right\}, \\ x_i &\geq 0 \ (i = 1, \dots, 5). \end{aligned}$$

- a. каноническая
- b. двойственная
- c. общая
- d. стандартная

20. Какое из условий симплекс-метода решения задачи линейного программирования (максимизации целевой функции) свидетельствует о достижении оптимального решения?

- a. все симплексные разности  $\neq 0$
- b. все симплексные разности  $\leq 0$
- c. все симплексные разности  $\geq 0$
- d. все симплексные разности  $= 0$

21. Какое из условий симплекс-метода решения задачи линейного программирования (минимизации целевой функции) свидетельствует о достижении оптимального решения?

- a. все симплексные разности  $\geq 0$
- b. все симплексные разности  $\neq 0$
- c. все симплексные разности  $= 0$
- d. все симплексные разности  $\leq 0$

22. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$Z = 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_4 = 4 \\ 4x_1 + x_3 + 4x_4 = 12 \\ x_i \geq 0, i = \overline{1,4} \end{cases}$$

- a. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную +z1
- b. никаких преобразований не требуется
- c. умножить 1-е уравнение на (-1)
- d. умножить целевую функцию на (-1)

23. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$z = x_1 + x_2 + x_3 \text{ (min),}$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 \leq 3 \\ x_1 + x_2 - 5x_3 \leq 5 \end{cases},$$

$$x_i \geq 0 (i = \overline{1, \dots, 3}).$$

- a. умножить уравнения ограничений на (-1)
- b. никаких преобразований не требуется
- c. умножить целевую функцию на (-1) и ввести в ограничения балансовые переменные
- d. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную +z1

24. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$z = x_1 - x_2 \text{ (max),}$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 4 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_4 = 3 \end{cases},$$

$$x_i \geq 0 (i = \overline{1, \dots, 4}).$$

- a. умножить целевую функцию на (-1)
- b. никаких преобразований не требуется
- c. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную +z1
- d. умножить 1-е уравнение на (-1)

25. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \text{ (max),}$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \geq -5 \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 + x_5 \leq 3 \\ x_1 + 2x_2 - 5x_3 + x_6 \leq 5 \end{cases},$$

$$x_i \geq 0 (i = \overline{1, \dots, 6}).$$

- a. умножить 1-е ограничение на (-1) и ввести в ограничения балансовые переменные
- b. умножить 1-е ограничение на (-1)

- c. ввести в 1-е ограничение балансовую переменную +z1
- d. никаких преобразований не требуется

26. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$\begin{aligned}
 z &= x_1 + x_2 \text{ (min),} \\
 \left. \begin{aligned} x_1 + 2x_2 + x_4 &\geq 5 \\ 2x_1 + x_5 &\geq 6 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_6 &\geq 10 \end{aligned} \right\}, \\
 x_i &\geq 0 \text{ (} i = 1, \dots, 3 \text{).}
 \end{aligned}$$

- a. никаких преобразований не требуется
- b. умножить уравнения ограничений на (-1)
- c. умножить целевую функцию на (-1)
- d. ввести в ограничения балансовые переменные

27. Какое действие нужно выполнить, чтобы привести задачу линейного программирования к виду, необходимому для её решения симплекс-методом?

$$\begin{aligned}
 z &= x_1 + x_2 + x_3 \text{ (min),} \\
 \left. \begin{aligned} -x_1 - x_2 + x_4 &= 4 \\ x_2 + x_3 + x_5 &= 8 \\ x_1 + x_3 + x_6 &= 10 \end{aligned} \right\}, \\
 x_i &\geq 0 \text{ (} i = 1, \dots, 6 \text{).}
 \end{aligned}$$

- a. ввести в целевую функцию переменные  $x_4, x_5, x_6$
- b. умножить первое ограничение на (-1)
- c. никаких преобразований не требуется
- d. ввести в ограничения балансовые переменные

28. Какая из альтернатив, заданных точками на плоскости, является наилучшей в задаче линейного программирования:

$$\begin{aligned}
 z &= x_1 + x_2 \text{ (max),} \\
 \left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\leq 0 \\ x_1 - x_2 &\geq -1 \\ x_1 + x_2 &\geq 1 \end{aligned} \right\}, \\
 x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{aligned}$$

- a. (1,3)
- b. (1,1)
- c. (3,1)
- d. (2,2)

29. Какая из альтернатив, заданных точками на плоскости, является наилучшей в задаче линейного программирования:

$$z = x_1 - 2x_2 \text{ (min),}$$

$$\left. \begin{array}{l} x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 + x_2 \geq 2 \\ x_1 - 2x_2 \leq 0 \end{array} \right\},$$

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

a. (1,2)

b. (2,1)

c. (2,2)

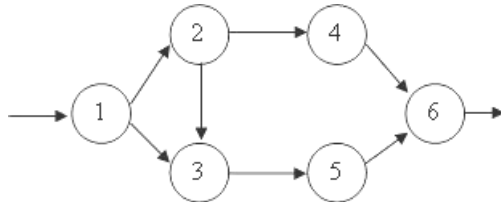
d. (0,0)

30. Определите сумму номера строки и номера столбца, соответствующих оптимальным стратегиям игроков, для заданной платежной матрицы S. Нумерация строк и столбцов начинается с 1.

$$s = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 7 & 6 & 5 \\ 3 & 8 & 4 & 9 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 3 & 1 \\ 4 & 9 & 5 & 9 & 6 \end{bmatrix}$$

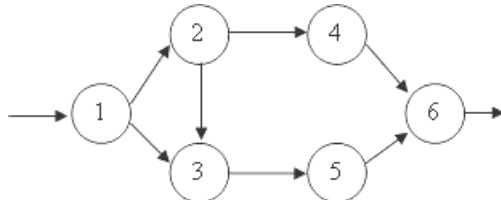
### Блок 3 (владеть)

1. Задан сетевой график работ. На какую работу следует разместить дополнительного рабочего, чтобы оптимально уменьшить общую трудоемкость комплекса работ? Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=4$ ;  $t_{13}=4$ ;  $t_{23}=2$ ;  $t_{24}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=4$ ;  $t_{56}=3$



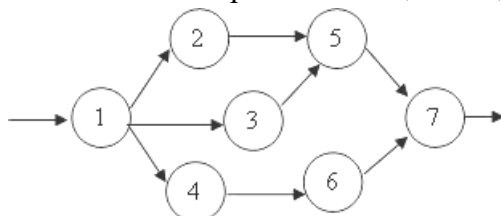
a. (3,5) b. (1,3) c. (1,2) d. (2,4)

2. Задан сетевой график работ. Определите продолжительность всего цикла работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=4$ ;  $t_{13}=4$ ;  $t_{23}=2$ ;  $t_{24}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=4$ ;  $t_{56}=3$



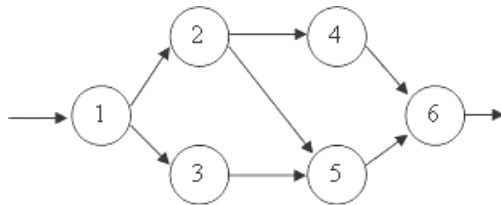
a. 14 b. 27 c. 12 d. 13

3. Задан сетевой график работ. На какую работу следует разместить дополнительного рабочего, чтобы оптимально уменьшить общую трудоемкость комплекса работ? Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=2$ ;  $t_{13}=3$ ;  $t_{14}=5$ ;  $t_{25}=5$ ;  $t_{35}=5$ ;  $t_{46}=3$ ;  $t_{57}=3$ ;  $t_{67}=4$



a. (1,4) b. (3,5) c. (1,2) d. (2,5)

4. Задан сетевой график работ. Определите продолжительность всего цикла работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=1$ ;  $t_{13}=6$ ;  $t_{24}=3$ ;  $t_{25}=6$ ;  $t_{35}=3$ ;  $t_{46}=6$ ;  $t_{56}=2$



- a. 27      b. 11      c. 10      d. 9

5. Определите длину минимального остовного дерева, построенного на графе, заданном матрицей

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 0 & 2 & 7 \\ 5 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 7 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

6. Определите длину минимального остовного дерева, построенного на графе, заданном матрицей

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 & \infty \\ 2 & 0 & \infty & 4 & 3 \\ 4 & \infty & 0 & 8 & 3 \\ 5 & 4 & 8 & 0 & \infty \\ \infty & 3 & 3 & \infty & 0 \end{bmatrix}$$

7. Определите длину кратчайшего пути из первой вершины в последнюю в графе, заданном матрицей

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 6 & \infty & \infty & \infty \\ 2 & 0 & 1 & \infty & \infty & 5 & \infty \\ 4 & 1 & 0 & 2 & 3 & 4 & 9 \\ 6 & \infty & 2 & 0 & 4 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 3 & 4 & 0 & \infty & 4 \\ \infty & 5 & 4 & \infty & \infty & 0 & 5 \\ \infty & \infty & 9 & \infty & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

8. Определите длину кратчайшего пути из первой вершины в последнюю в направленном графе, заданном матрицей

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 10 & 8 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ & 0 & \infty & 5 & 4 & \infty & \infty \\ & & 0 & \infty & 3 & 6 & \infty \\ & & & 0 & \infty & \infty & 5 \\ & & & & 0 & \infty & 6 \\ & & & & & 0 & 5 \\ & & & & & & 0 \end{bmatrix}$$

9. Задача об оптимальном выпуске продукции. Предприятие выпускает три вида продукции на основе сырья двух типов. Удельные затраты сырья  $i$ -го типа на производство единицы продукции  $j$ -го вида заданы матрицей  $A=\{a_{ij}\}$ . Известны запасы сырья на предприятии  $b_1=25, b_2=30$  ед. Планируемая прибыль от производства и реализации единицы продукции  $i$ -го вида составляет  $c_1=1, c_2=2, c_3=3$  условным денежным единицам. По госзаказу необходимо произвести продукцию каждого вида в количестве не менее 3, 5 и 2 ед. соответственно. Составить оптимальный план производства, который был бы технологически осуществим по имеющимся ресурсам, обеспечивал выполнение госзаказа и приносил бы наибольшую прибыль предприятию.  $A=[1 \ 1 \ 2 \ ; \ 2 \ 1 \ 3]$ . Какая из приведенных математических моделей соответствует представленной задаче?

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

a.

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 30 \\ x_1 \geq 3, x_2 \geq 5, x_3 \geq 2. \end{cases}$$

b.

$$Z = 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 = 5 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 30 \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 2, x_3 \geq 3. \end{cases}$$

c.

$$Z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 25 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 3, x_2 \geq 5, x_3 \geq 2. \end{cases}$$

d.

10. **Транспортная задача.** Имеется  $M$  пунктов  $A_1, A_2, \dots, A_M$  производства молока и  $K$  пунктов  $B_1, B_2, \dots, B_K$  его потребления. Количество произведенного молока в пункте  $A_i$  равно  $a_i$ , а потребность в нем в пункте  $B_j$  равна  $b_j$  ( $i=1, \dots, M; j=1, \dots, K$ ). Стоимость перевозки единицы продукции из  $A_i$  в  $B_j$  равна  $C_{ij}$ . Составить оптимальный план перевозок, чтобы вывести весь продукт из пунктов производства, обеспечить спрос в пунктах потребления, а суммарная стоимость перевозок была минимальной. Исходные данные:  $M=2, K=4, A=[10, 20], B=[5, 10, 15], C=[1 \ 3 \ 4 \ ; \ 5 \ 3 \ 2]$ . Какая из приведенных математических моделей соответствует представленной задаче?

$$z = 10x_1 + 20x_2 \ (\min),$$

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 \geq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 \geq 10 \\ 4x_1 + 2x_2 \geq 15 \end{cases},$$

$$a. \quad x_i \geq 0 \ (i=1,2).$$

$$z = x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \ (\min),$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} \geq 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 20 \\ x_{11} + x_{21} \leq 5 \\ x_{12} + x_{22} \leq 10 \\ x_{13} + x_{23} \leq 15 \end{cases},$$

$$b. \quad x_{ij} \geq 0 \ (i=1,2; j=1,2,3).$$



$$z = x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &\geq 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &\geq 20 \\ x_{11} + x_{21} &\leq 5 \\ x_{12} + x_{22} &\leq 10 \\ x_{13} + x_{23} &\leq 15 \end{aligned} \right\},$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ (} i = 1, 2; j = 1, 2, 3 \text{)}.$$

$$z = x_{11} + 3x_{12} + 4x_{13} + 5x_{21} + 3x_{22} + 2x_{23} \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &= 10 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &= 20 \\ x_{11} + x_{21} &\geq 5 \\ x_{12} + x_{22} &\geq 10 \\ x_{13} + x_{23} &\geq 15 \end{aligned} \right\},$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ (} i = 1, 2; j = 1, 2, 3 \text{)}.$$

d.

c.

11. Какой из вариантов образует пару симметричных двойственных задач к задаче линейного программирования

$$z = 2x_1 + x_2 \text{ (max)},$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\leq 4 \\ x_1 - x_2 &\leq 6 \\ x_1 + x_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\},$$

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

$$\tilde{z} = -2x_1 - x_2 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\geq 4 \\ x_1 - x_2 &\geq 6 \\ x_1 + x_2 &\geq 3 \end{aligned} \right\},$$

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

a.

$$\tilde{z} = 2x_1 + x_2 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} -x_1 + 2x_2 &\geq -4 \\ -x_1 + x_2 &\geq -6 \\ -x_1 - x_2 &\geq -3 \end{aligned} \right\},$$

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

b.

$$\tilde{z} = 4y_1 + 6y_2 + 3y_3 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} y_1 + y_2 + y_3 &\geq 2 \\ -2y_1 - y_2 + y_3 &\geq 1 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0.$$

c.

$$\tilde{z} = 4y_1 + 6y_2 + 3y_3 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} -y_1 - y_2 - y_3 &\geq -2 \\ 2y_1 + y_2 - y_3 &\geq -1 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0.$$

d.

12. Какой из вариантов образует пару симметричных двойственных задач к задаче линейного программирования

$$z = x_1 - 2x_2 + 3x_3 \text{ (min)},$$

$$\left. \begin{aligned} -2x_1 + x_2 + 3x_3 &\geq 2 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 &\leq 1 \end{aligned} \right\},$$

$$x_i \geq 0 \text{ (} i = 1, \dots, 3 \text{)}.$$

$$\left. \begin{aligned} \tilde{z} &= 2y_1 + y_2 \text{ (max)}, \\ -2y_1 + 2y_2 &\leq 1 \\ y_1 + 3y_2 &\leq -2 \\ 3y_1 + 4y_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

a.

$$\left. \begin{aligned} \tilde{z} &= -y_1 + 2y_2 + 3y_3 \text{ (max)}, \\ 2y_1 - y_2 - 3y_3 &\leq -2 \\ -2y_1 - 3y_2 - 4y_3 &\leq -1 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0.$$

b.

$$\left. \begin{aligned} \tilde{z} &= y_1 - 2y_2 + 3y_3 \text{ (max)}, \\ -2y_1 + y_2 + 3y_3 &\leq 2 \\ 2y_1 + 3y_2 + 4y_3 &\geq 1 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0.$$

c.

$$\left. \begin{aligned} \tilde{z} &= 2y_1 - y_2 \text{ (max)}, \\ -2y_1 - 2y_2 &\leq 1 \\ y_1 - 3y_2 &\leq -2 \\ 3y_1 - 4y_2 &\leq 3 \end{aligned} \right\},$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

d.

13. Используя скалярный суперкритерий, определите оптимальную альтернативу из множества {A, B, C, D, E, F} в многокритериальной задаче выбора, заданной таблицей балльных оценок при следующих коэффициентах важности критериев:  $\alpha_1=3, \alpha_2=2, \alpha_3=1, \alpha_4=4$ .

	p1	p2	p3	p4
A	3	4	1	3
B	3	2	2	4
C	2	2	3	2

	p1	p2	p3	p4
D	4	3	2	2
E	2	3	2	4
F	2	3	1	4

14. Используя скалярный суперкритерий, определите оптимальную альтернативу из множества {A, B, C, D, E, F} в многокритериальной задаче выбора, заданной таблицей балльных оценок при следующих коэффициентах важности критериев:  $\alpha_1=3, \alpha_2=2, \alpha_3=2, \alpha_4=1$ .

	p1	p2	p3	p4
A	5	2	1	3
B	3	3	2	4
C	3	3	3	2
D	4	4	3	2
E	5	4	2	4
F	2	5	1	2

15. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Байеса-Лапласа, если задана системная матрица S. Вероятности выбора состояний среды принять одинаковыми.

$$S = \begin{bmatrix} 8 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 6 & 8 & 9 \\ 8 & 2 & 4 & 6 \\ 6 & 3 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

16. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Сэвиджа, если задана системная матрица

$$S = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 8 & 7 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 5 & 10 \\ 7 & 6 & 10 & 7 & 11 \\ 5 & 5 & 4 & 8 & 13 \end{bmatrix}$$

a.1    b. 2    c. 3    d. 4

17. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия Гурвица (при  $\alpha=0,25$ ), если задана системная матрица

$$S = \begin{bmatrix} 8 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 6 & 8 & 9 \\ 8 & 2 & 4 & 6 \\ 6 & 3 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

18. Определите оптимальную альтернативу, заданную строкой, в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия максимина, если задана системная матрица

$$S = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,6 & 0,1 & 0,9 \\ 0,5 & 0,7 & 0,6 & 1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,7 & 0,6 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,5 \end{bmatrix}$$

a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

19. Определите оптимальную альтернативу в задаче выбора в условиях неопределенности с помощью критерия минимакса, если задана системная матрица

$$S = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 \\ 4 & 1 & 6 & -1 \\ 3 & -2 & 4 & -3 \\ 3 & -1 & 5 & -2 \end{bmatrix}$$

a. 1    b. 2    c. 3    d. 4

### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ, прохождение тестирования на информационном - образовательном портале МИ ВлГУ. На основе фонда

оценочных средств программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для контроля знаний студентов. Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка. Дифференцированный зачет выставляется по итогам прохождения теста промежуточного контроля знаний и набранного семестрового рейтинга. Зачет выставляется в случае, если итоговый рейтинг студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Что определяет понятие «оптимальное решение»?

- Выбор альтернативы, соответствующей наилучшему значению критерия оптимальности
- Выбор альтернативы, приводящей к наиболее вероятному исходу
- Упорядочение множества альтернатив по некоторому критерию оптимальности
- Максимизация (минимизация) целевой функции

Что такое «критерий оптимальности»?

- Экстремальное значение целевой функции
- Стратегия принятия оптимальных решений
- Оптимальная альтернатива из множества возможных
- Целевой показатель, позволяющий сравнивать альтернативы между собой на предмет оптимальности

Что такое «множество Парето»?

- Множество оптимальных альтернатив
- Множество граничных точек в области допустимых решений
- Множество недоминируемых альтернатив
- Множество альтернатив внутри области допустимых решений

Задан сетевой график работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=4$ ;  $t_{13}=4$ ;  $t_{23}=2$ ;  $t_{24}=5$ ;  $t_{35}=6$ ;  $t_{46}=4$ ;  $t_{56}=3$ . Определите на какую работу следует разместить дополнительного рабочего, чтобы оптимально уменьшить общую трудоемкость комплекса работ.

Задан сетевой график работ. Известны трудоемкости выполнения операций:  $t_{12}=1$ ;  $t_{13}=6$ ;  $t_{24}=3$ ;  $t_{25}=6$ ;  $t_{35}=3$ ;  $t_{46}=6$ ;  $t_{56}=2$ . Определите продолжительность всего цикла работ.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=231&category=24774%2C5812&qbshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.