

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко Павел Васильевич
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.10.2023 10:37:40
Уникальный программный ключ:
27e516f4c088deb62ba68945f4406e13fd454355

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Сенченко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **27.03.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) / специализация: **Управление в робототехнических системах**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**

Курс: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 9 семестр Всего Единицы | | |
|---|-------------------------|-----|-------|
| Самостоятельная работа | 121 | 121 | часов |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 10 | 10 | часов |
| Контрольные работы | 4 | 4 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 | часов |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Экзамен | 9 | |
| Контрольные работы | 9 | 2 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение теоретических знаний и практических навыков по способам выявления сущности задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, связанной с разработкой элементов и систем управления.
2. Привлечение для решения выявленных задач соответствующих математических методов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Выработка навыков выявления задач управления в робототехнических системах, построения математических моделей и их решения с целью получения задающих воздействий или других целевых параметров для автоматических систем управления.
2. Освоение методов линейного программирования.
3. Построение и решение сетевых оптимизационных моделей.
4. Освоение методов целочисленного программирования.
5. Построение и решение моделей динамического программирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.10.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен проектировать, разрабатывать элементы и системы управления робототехническими комплексами | ПКС-1.1. Знает основные элементы и системы управления робототехническими комплексами | назвать основные элементы, параметры задачи управления |
| | ПКС-1.2. Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления робототехническими комплексами | формулировать содержательную постановку задачи управления; строить и решать математические модели системы управления |
| | ПКС-1.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления робототехническими комплексами | составить план решения задачи управления, поиска оптимального решения; дать оценку чувствительности математической модели |

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|-----------|
| | | 9 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 10 | 10 |
| Контрольные работы | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 121 | 121 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 75 | 75 |
| Подготовка к контрольной работе | 46 | 46 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 4 | 4 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| | | | | | |
| 9 семестр | | | | | |

| | | | | | |
|--|---|----|-----|-----|-------|
| 1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования | 4 | 2 | 6 | 12 | ПКС-1 |
| 2 Линейное программирование | | 2 | 42 | 44 | ПКС-1 |
| 3 Сетевые оптимизационные задачи | | 2 | 34 | 36 | ПКС-1 |
| 4 Целочисленное программирование | | 2 | 19 | 21 | ПКС-1 |
| 5 Динамическое программирование | | 2 | 20 | 22 | ПКС-1 |
| Итого за семестр | 4 | 10 | 121 | 135 | |
| Итого | 4 | 10 | 121 | 135 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|--------|-------------------------|
| 9 семестр | | | |
| 1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования | Предмет и задачи исследований операций | 1 | ПКС-1 |
| | Структуризация проблемы. Построение математической модели. | 1 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Линейное программирование | Построение линейных оптимизационных моделей. Предварительное преобразование линейной модели (ЛМ). Графическая интерпретация ЛМ. Симплексный алгоритм. Получение исходного базиса. Анализ моделей на чувствительность и двойственная задача | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Сетевые оптимизационные задачи | Общие свойства сетевых моделей. Модель назначений. модель выбора кратчайшего пути. Транспортная задача. Задача коммивояжера. | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Целочисленное программирование | общее описание модели. Примеры моделей целочисленного программирования. Решение задачи целочисленного программирования | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Динамическое программирование | Общее описание метода. Задача управления запасами. Модель распределения ресурса. Анализ на чувствительность | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 10 | |
| Итого | | 10 | |

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п. | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| 9 семестр | | | |
| 1 | Контрольная работа | 2 | ПКС-1 |
| 2 | Контрольная работа | 2 | ПКС-1 |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|--|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| 9 семестр | | | | |
| 1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 6 | ПКС-1 | Тестирование, Экзамен |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Линейное программирование | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 18 | ПКС-1 | Тестирование, Экзамен |
| | Подготовка к контрольной работе | 24 | ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 42 | | |
| 3 Сетевые оптимизационные задачи | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 12 | ПКС-1 | Тестирование, Экзамен |
| | Подготовка к контрольной работе | 22 | ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 34 | | |
| 4 Целочисленное программирование | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 19 | ПКС-1 | Тестирование, Экзамен |
| | Итого | 19 | | |

| | | | | |
|---------------------------------|--|-----|-------|-----------------------|
| 5 Динамическое программирование | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20 | ПКС-1 | Тестирование, Экзамен |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 121 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 130 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|-----|-----------|---|
| | Конт.Раб. | СРП | Сам. раб. | |
| ПКС-1 | + | + | + | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Одинокое В.В. Автоматизированное управление в технических системах. Исследование операций (детерминированные методы).: Учебное пособие / Одинокое В.В. - Томск: ТМЦ ДО,2005 . - 138 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

7.2. Дополнительная литература

1. Турунтаев Л. П. Исследование операций: Учебное пособие / Турунтаев Л. П. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. — 138 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Турунтаев Л.П. Системный анализ и исследование операций.: Учебное пособие / Турунтаев Л.П. - Томск: ТМЦДО, 2004. - 212 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

3. Горлач, Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168479>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Одинокое В. В. Автоматизированное управление в технических системах. Исследование операций (детерминированные методы). Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Одинокое В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Одинокое В.В. Автоматизированное управление в технических системах [Электронный ресурс]: электронный курс / Одинокое В.В. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|--|-------------------------|--------------------|---|
| 1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования | ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Линейное программирование | ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

| | | | |
|----------------------------------|-------|--------------------|---|
| 3 Сетевые оптимизационные задачи | ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Целочисленное программирование | ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Динамическое программирование | ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|----------------------------|--|---|---|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|--------|---|
|--------|---|

| | |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно.
Сколько управляемых переменных имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?
а) 1
б) 2
в) 3
г) 4
2. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно. Сколько ограничений имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?
а) 3
б) 5
в) 2
г) 4
3. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели

расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно.

Сколько решений имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

4. Имеется следующая задача: «Фирма производит два вида продукции – А и В. Объем сбыта продукции А составляет не менее 70% общего объема реализации продукции обоих видов. Для изготовления продукции А и В используется одно и то же сырье, суточный запас которого ограничен величиной 400 кг. Расход сырья на единицу продукции А составляет 22 кг, а на единицу продукции В – 41 кг. Прибыль от реализации единицы продукции А и В равна 25 и 40 рублей соответственно. Определить оптимальное соотношение сырья для изготовления продукции А и В.»

Какой метод исследования операций применим для решения данной задачи?

- а) Линейное программирование
- б) Целочисленное программирование
- в) Динамическое программирование
- г) Решение сетевой оптимизационной модели

5. Дана следующая задача: «Имеется 3 работы, каждую из которых может выполнить любой из 3-х исполнителей. Стоимость выполнения каждой работы каждым исполнителем следующая: 1-ая работа 1-м исполнителем – 12 у.е.; 1-ая работа 2-м исполнителем – 28 у.е.; 1-ая работа 3-м исполнителем – 29 у.е.; 2-ая работа 1-м исполнителем – 14 у.е.; 2-ая работа 2-м исполнителем – 47 у.е.; 2-ая работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; 3-я работа 1-м исполнителем – 11 у.е.; 3-я работа 2-м исполнителем – 16 у.е.; 3-я работа 3-м исполнителем – 23 у.е.;

Необходимо распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты»

Какие значения могут принимать управляемые переменные математической модели, соответствующей данной задаче?

- а) 1; 0
- б) -1; 0; 1
- в) Любые
- г) Любые положительные

6. Дана следующая задача: «Имеется n работ, каждую из которых может выполнить любой из n исполнителей. Стоимость выполнения работы i исполнителем j равна c_{ij} . Нужно распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты». Отметьте математическую модель задачи о назначениях, соответствующую данной задаче?

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min,$$

а) $\sum_{j=1}^p x_{kj} - \sum_{i=1}^p x_{ik} = T_k, \quad k = \overline{1, p},$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, p}, \quad j = \overline{1, p}.$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min,$$

б) $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n},$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad x_{ij} = 0, \quad 1 (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}).$$

$$\sum_{(i,j) \in \text{сети}} c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min,$$

$$\text{в) } \sum_{(k,j) \in \text{сети}} x_{kj} - \sum_{(i,k) \in \text{сети}} x_{ik} = \begin{cases} 1, & k = s \text{ (исток)}, \\ -1, & k = r \text{ (сток)}, \\ 0, & \text{для всех остальных } k, \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ для всех } (i,j) \in \text{сети}.$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min,$$

$$\text{г) } \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad (i = \overline{1, m}),$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad (j = \overline{1, n}),$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}).$$

7. Дана следующая задача: «Имеется 3 работы, каждую из которых может выполнить любой из 3-х исполнителей. Стоимость выполнения каждой работы каждым исполнителем следующая: 1-ая работа 1-м исполнителем – 12 у.е.; 1-ая работа 2-м исполнителем – 28 у.е.; 1-ая работа 3-м исполнителем – 29 у.е.; 2-ая работа 1-м исполнителем – 14 у.е.; 2-ая работа 2-м исполнителем – 47 у.е.; 2-ая работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; 3-я работа 1-м исполнителем – 11 у.е.; 3-я работа 2-м исполнителем – 16 у.е.; 3-я работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; Необходимо распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты». Как будет выглядеть матрица условий для решения данной задачи?

а)

| | | |
|----|----|----|
| 12 | 28 | 29 |
| 14 | 47 | 23 |
| 11 | 16 | 23 |

б)

| | | |
|----|----|----|
| 12 | 28 | 29 |
| 11 | 16 | 23 |
| 14 | 47 | 23 |

в)

| | | |
|----|----|----|
| 12 | 11 | 29 |
| 28 | 16 | 28 |
| 29 | 47 | 12 |

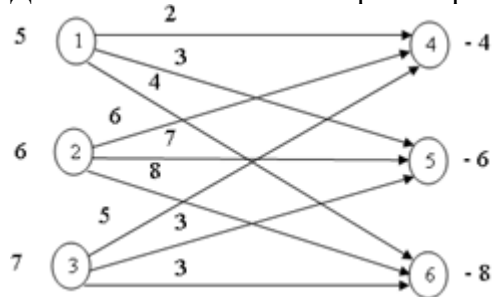
г)

| | | |
|----|----|----|
| 12 | 11 | 16 |
| 14 | 28 | 23 |
| 47 | 23 | 29 |

8. Дана следующая задача: «Пусть имеются m различных поставщиков, располагающих продукцией одного и того же типа, которую они могут отправить n потребителям. При этом предприятие i может отгрузить не более S_i единиц продукции, а потребителю j требуется не менее D_j единиц. Затраты на перевозку единицы груза из пункта отправления i в пункт назначений j равны c_{ij} . Требуется так распределить потребителей по поставщикам, чтобы минимизировать общие транспортные затраты.» Какой метод исследований операций используется для решения данной задачи?
- а) Линейное программирование
 б) Целочисленное программирование
 в) Динамическое программирование
 г) Решение сетевой оптимизационной модели
9. Что такое “сетевая модель”?

- а) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графика, называемого сетью
 б) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого модель
 в) Графическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого сетью
 г) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого сетью

10. Дана сеть классической транспортной задачи:



Требуется записать соответствующую матрицу условий и исходное допустимое решение:

а)

| ПО \ ПН | 4 | 5 | 6 | Поставки |
|---------|---|---|---|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| 3 | 5 | 3 | 3 | 7 |
| Спрос | 4 | 6 | 8 | 18 |

б)

| ПО \ ПН | 4 | 5 | 6 | Поставки |
|---------|---|---|---|----------|
| 1 | 2 | 6 | 5 | 5 |
| 2 | 3 | 7 | 3 | 6 |
| 3 | 4 | 8 | 3 | 7 |
| Спрос | 4 | 6 | 8 | 18 |

в)

| ПО \ ПН | 4 | 5 | 6 | Поставки |
|---------|---|---|---|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 2 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| 3 | 5 | 3 | 3 | 8 |
| Спрос | 5 | 6 | 7 | 18 |

г)

| ПО \ ПН | 4 | 5 | 6 | Спрос |
|----------|---|---|---|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| 3 | 5 | 3 | 3 | 7 |
| Поставки | 4 | 6 | 8 | 18 |

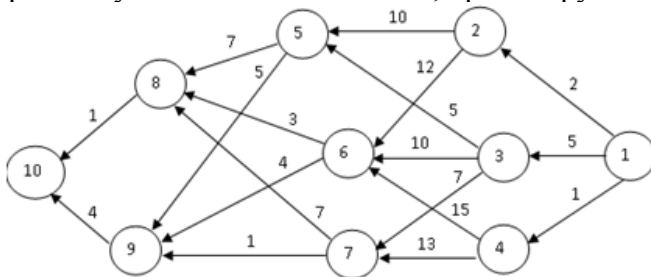
11. Как должно быть записано ограничение на условие, чтобы из пункта 3 не выходило более 3-х дорог?

- а) $\sum_{j=1}^n x_{3j} \geq 3$
 б) $\sum_{j=1}^n x_{3j} > 3$
 в) $\sum_{j=1}^n x_{3j} = 3$
 г) $\sum_{j=1}^n x_{3j} \leq 3$

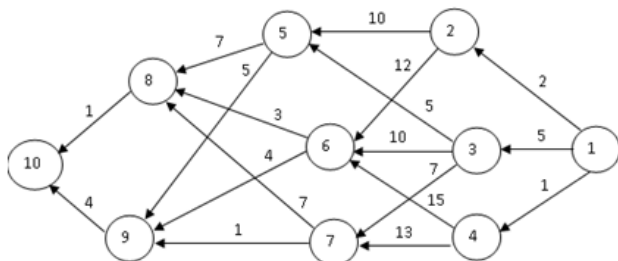
12. Как можно задать ограничение «Проект 2 может быть принят лишь при условии, что принят проект 1»?

- а) $-x_1 + x_2 = 0$
 б) $-x_1 + x_2 > 0$

- в) $-x_1 + x_2 \leq 0$
 г) $-x_1 - x_2 \leq 0$
13. Дана следующая задача: «Имеется m деталей, которые нужно обработать на n станках. Каждая деталь должна сначала обрабатываться на станке 1, затем на станке 2 и т.д. до n . Время обработки детали i на станке j равно t_{ij} . Требуется определить порядок обработки деталей на каждом из станков такой, чтобы минимизировать время, нужное для изготовления всех m деталей». К какому типу задач относится данная задача?
- а) Оптимальный выбор набора проектов для реализации
 б) Задача размещения предприятий
 в) Распределение операция по исполнителям
 г) Задача составления расписания
14. Как можно задать ограничение «Пусть известно, что из первых p проектов не может быть реализовано более k проектов, так как для выполнения каждого проекта требуется наличие ведущего инженера, а имеется возможность выделить всего k инженеров такой квалификации»?
- а) $\sum_{j=1}^p x_j \leq k$
 б) $\sum_{j=1}^p x_j \leq 1$
 в) $\sum_{j=1}^p x_j > k$
 г) $x_j \leq k$.
15. Когда операция является управляемой?
- а) когда у лица, принимающего решение, есть свобода слова
 б) когда у лица, принимающего решение, есть свобода выбора
 в) когда у лица, принимающего решение, нет свободы выбора
 г) когда у лица, принимающего решение, нет свободы слова
16. Какая из данных задач может быть решена методом целочисленного программирования?
- а) Задача размещения предприятия
 б) Задача выбора кратчайшего пути
 в) Задача составления смесей
 г) Задача коммивояжера
17. Дана следующая задача: «Пусть некий турист хочет добраться из пункта 1 в пункт 10, пройдя путь наименьшей длины, ориентируясь по карте (см. рис.).



- Возможно ли данную задачу решить методом динамического программирования?
- а) нет
 б) да
 в) да, с условием ввода дополнительных ограничений
 г) не знаю
18. Дана следующая задача: «Пусть некий турист хочет добраться из пункта 1 в пункт 10, пройдя путь наименьшей длины, ориентируясь по карте (см. рис.).



Как разворачивается процесс нахождения кратчайшего пути?

- а) от начала к концу
 - б) из середины в начало
 - в) из середины в конец
 - г) из конца в начало
19. Какую управляемую переменную необходимо ввести при решении задачи управления ресурсами методом динамического программирования?
- а) время на изготовление продукции
 - б) выпуск продукции в течении отрезка времени
 - в) количество изготовленного материала
 - г) количество исполнителей
20. Какую управляемую переменную необходимо ввести при решении задачи управления ресурсами методом динамического программирования?
- а) количество исполнителей
 - б) выпуск продукции в течении отрезка времени
 - в) количество изготовленного материала
 - г) уровень запасов на конец отрезка времени

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины. Экзаменационные тесты содержат вопросы закрытого и открытого типа.

1. Найдите оптимальное значение целевой функции для следующей модели:

$$\begin{aligned}
 5x_1 + 4x_2 &\Rightarrow \max, \\
 x_1 + x_2 &\leq 6, \\
 2x_1 + x_2 &\leq 10, \\
 2x_1 + 4x_2 &\leq 22, \\
 x_{1,2} &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Введите полученное число _____

2. Даны исходная и заключительная системы уравнений при решении задачи линейного программирования симплексным методом

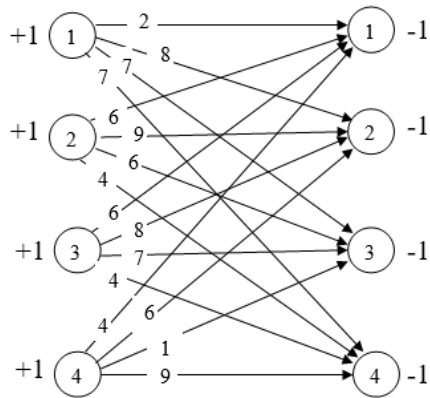
$$\begin{aligned}
 x_0 - 2x_1 - 3x_2 - 4x_3 &= 0, \\
 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 + x_4 &= 10, \\
 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 &= 20.
 \end{aligned} \quad (I)$$

$$\begin{aligned}
 x_0 + x_1 + 0,5x_3 + 1,5x_4 &= 15, \\
 x_1 + x_2 + 1,5x_3 + 0,5x_4 &= 5, \\
 2x_1 + 0,5x_3 - 0,5x_4 + x_5 &= 15.
 \end{aligned} \quad (F)$$

Найдите наибольшее значение коэффициента при переменной x_1 в целевой функции, при котором прежнее решение останется оптимальным.

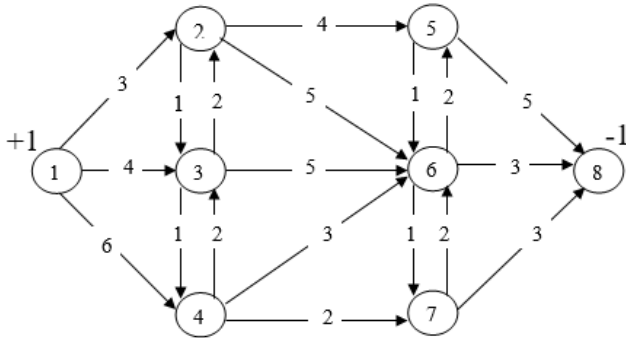
Введите полученное число _____

3. Найдите оптимальные затраты для задачи, описываемой следующей сетью



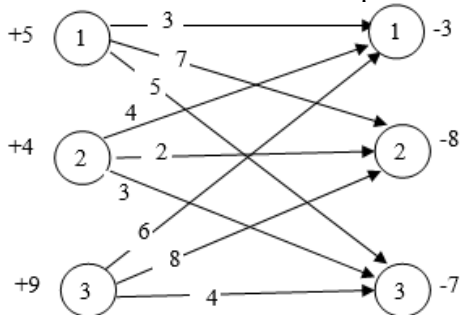
Введите полученное число _____

4. Найдите длину кратчайшего пути из вершины 1 в вершину 8



Введите полученное число _____

5. Найдите оптимальные затраты на перевозку груза по следующей транспортной сети



Введите полученное число _____

6. Какая из приведенных матриц оценок классической транспортной задачи соответствует данной матрице условий ?

Матрица условий:

| ПН ПО | 1 | 2 | 3 | Пост. |
|----------|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 3 3 | 7 2 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 2 4 | 3 | 4 |
| 3 | 6 | 8 2 | 4 7 | 9 |
| Спр. | 3 | 8 | 7 | 18 |

Варианты ответов:

a)

| ПН ПО | 1 | 2 | 3 | v_i |
|----------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 1 | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 7 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 5 \\ -2 \end{matrix}$ | 7 |
| 2 | $\begin{matrix} 4 \\ -6 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ -5 \end{matrix}$ | 2 |
| 3 | $\begin{matrix} 6 \\ -2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 8 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 \\ 0 \end{matrix}$ | 8 |
| w_j | -4 | 0 | -4 | |

б)

| ПН ПО | 1 | 2 | 3 | v_i |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 7 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix}$ | 0 |
| 2 | $\begin{matrix} 4 \\ -6 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | -5 |
| 3 | $\begin{matrix} 6 \\ -7 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 8 \\ -5 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 \\ 0 \end{matrix}$ | -4 |
| w_j | 3 | 7 | 8 | |

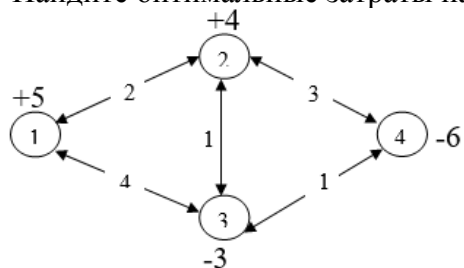
в)

| ПН ПО | 1 | 2 | 3 | v_i |
|----------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 7 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix}$ | 7 |
| 2 | $\begin{matrix} 4 \\ -6 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | 2 |
| 3 | $\begin{matrix} 6 \\ -7 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 \\ 0 \end{matrix}$ | 3 |
| w_j | -4 | 0 | 1 | |

г)

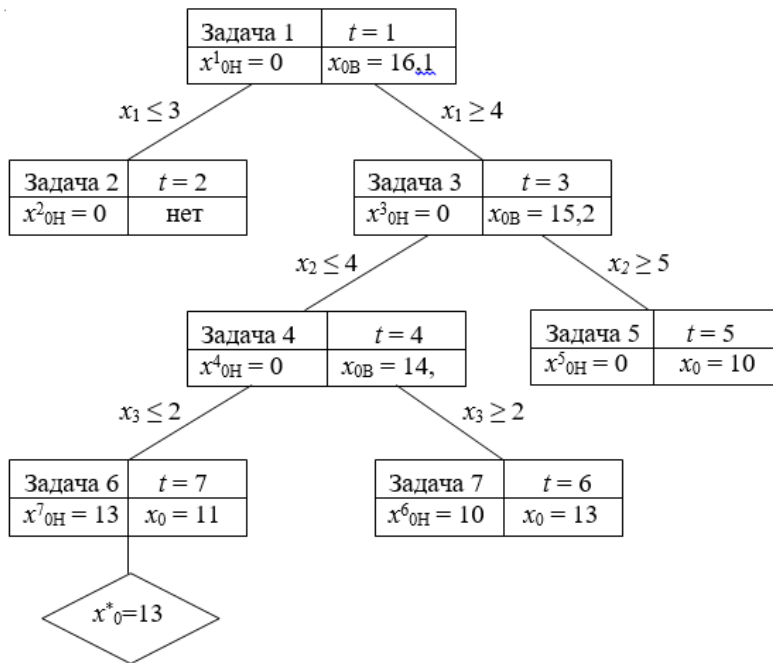
| ПН ПО | 1 | 2 | 3 | v_i |
|----------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 7 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 5 \\ 3 \end{matrix}$ | 0 |
| 2 | $\begin{matrix} 4 \\ -6 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | -5 |
| 3 | $\begin{matrix} 6 \\ -7 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 \\ 0 \end{matrix}$ | -4 |
| w_j | 3 | 7 | 8 | |

7. Найдите оптимальные затраты на перевозку груза по следующей транспортной сети



Введите полученное число _____

8. При решении задачи целочисленного программирования (максимизация целевой функции) было построено следующее дерево решений. Укажите номер итерации (t), которой соответствует ошибочная вершина в дереве решений. Если ошибочна дуга дерева, то указать вышестоящую вершину относительно этой дуги.



Введите число _____

9. Задаче управления запасами соответствует математическая модель:

$$\sum_{t=1}^3 [C(x_t) + h * i_t] \Rightarrow \min,$$

$$i_{t-1} + x_t - i_t - D = 0 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$x_t = 0, 1, 2, 3, 4 \quad (t = 1, 2, 3),$$

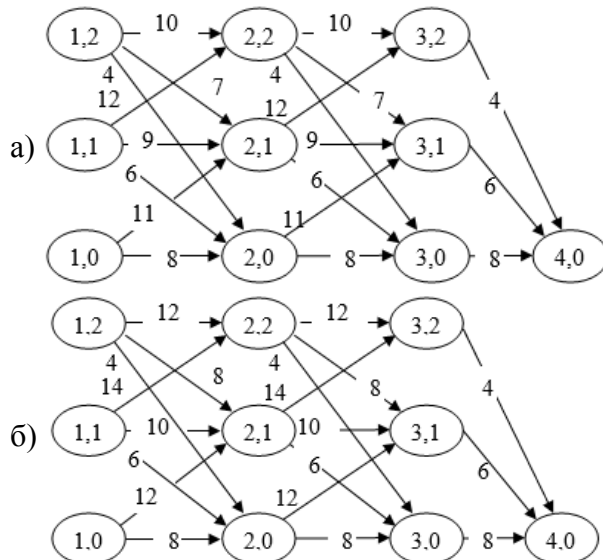
$$i_t = 0, 1, 2 \quad (t = 1, 2), \quad i_3 = 0,$$

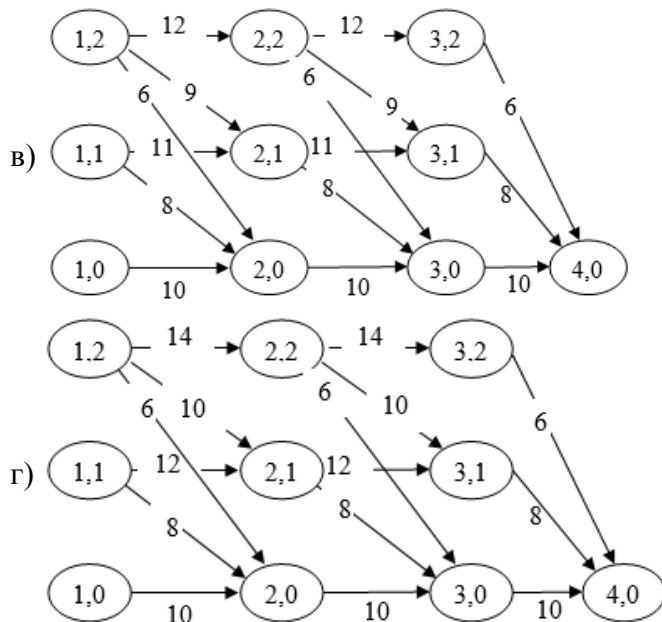
$$\text{где } C(x_t) = \begin{cases} 0, & x_t = 0, \\ c_0 + c_1 x_t, & x_t > 0. \end{cases}$$

$$h = 1, \quad D = 3, \quad c_0 = 2, \quad c_1 = 2$$

Для решения этой задачи предполагается использовать метод поиска кратчайшего пути в ациклической сети.

Какая из представленных сетей правильно отображает процесс решения задачи





10. Задаче управления запасами соответствует математическая модель:

$$\sum_{t=1}^3 [C(x_t) + h * i_t] \Rightarrow \min,$$

$$i_{t-1} + x_t - i_t - D = 0 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$x_t = 0, 1, 2, 3, 4 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$i_t = 0, 1, 2 \quad (t = 1, 2), \quad i_3 = 0,$$

$$\text{где } C(x_t) = \begin{cases} 0, & x_t = 0, \\ c_0 + c_1 x_t, & x_t > 0. \end{cases}$$

$$h = 1, \quad D = 3, \quad c_0 = 2, \quad c_1 = 2$$

Для решения этой задачи применяется метод динамического программирования (обратная нумерация этапов). Определите номер правильной таблицы, полученной на 2-м шаге решения.

а)

| $S \setminus x$ | 1 | 2 | 3 | 4 | $x_2(S)$ | $f_2(S)$ |
|-----------------|----|----|----|----|----------|----------|
| 0 | X | X | 16 | 17 | 3 | 16 |
| 1 | X | 14 | 15 | 16 | 2 | 14 |
| 2 | 12 | 13 | 14 | X | 1 | 12 |

б)

| $S \setminus x$ | 1 | 2 | 3 | 4 | $x_2(S)$ | $f_2(S)$ |
|-----------------|----|----|----|----|----------|----------|
| 0 | X | X | 16 | 18 | 3 | 16 |
| 1 | X | 14 | 16 | 18 | 2 | 14 |
| 2 | 12 | 14 | 16 | X | 1 | 12 |

в)

| $S \setminus x$ | 2 | 3 | 4 | $x_2(S)$ | $f_2(S)$ |
|-----------------|----|----|----|----------|----------|
| 0 | X | X | 20 | 4 | 20 |
| 1 | X | 18 | 19 | 3 | 18 |
| 2 | 16 | 17 | 18 | 2 | 16 |

г)

| $S \setminus x$ | 2 | 3 | 4 | $x_2(S)$ | $f_2(S)$ |
|-----------------|----|----|----|----------|----------|
| 0 | X | X | 20 | 4 | 20 |
| 1 | X | 18 | 20 | 3 | 18 |
| 2 | 16 | 18 | 20 | 2 | 16 |

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

1. Контрольная работа 1 - Линейная оптимизационная модель.
Задание:
 - 1) Построить математическую модель и найти решение линейной оптимизационной задачи
 - 2) Провести анализ модели на чувствительность
2. Контрольная работа 2 - Сетевые модели
Задание:
 - 1) Построить математическую модель и найти решение транспортной задачи
 - 2) Провести анализ модели на чувствительность
 - 3) Найти решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|-----------------------|--|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |

| | | |
|---|---|--|
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 2 от «29» 10 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833- aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833- aead-5229de651610 |
| Декан ФДО | И.П. Черкашина | Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|-------------------|------------------|--|
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32- b86c-1029abc0b2d5 |
| Доцент, каф. КСУП | В.П. Коцубинский | Согласовано, c419f53f-49cc-47af- ae73-347645e37cfd |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|-------------------|-----------------|--|
| Доцент, каф. КСУП | Н.Ю. Хабибулина | Разработано, 127794aa-ac54-4444- 9122-130bd40d9285 |
|-------------------|-----------------|--|