

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Системы автоматизированного проектирования»**

Направление подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и  
вычислительная техника

Направленность (профиль) – Промышленная информатика

Типы задач профессиональной деятельности – производственно-  
технологический, научно-исследовательский, проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2023

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: профессор кафедры АТП \_\_\_\_\_ Н.Н. Филатова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой АТП \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ \_\_\_\_\_ Е.Э.Наумова

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки \_\_\_\_\_ О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» является формирование у студентов целостных (системно завершенных) представлений о методах и средствах автоматизации, применяемых на различных стадиях проектирования систем управления.

Объектами изучения являются методы автоматизации, применяемые на различных стадиях проектирования систем управления.

**Задачами дисциплины** являются

- **изучение** методов и средств автоматизации, применяемых на различных стадиях проектирования систем управления.

- **формирование** умений и навыков, необходимых для использования систем автоматизированного проектирования систем автоматизации технологических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплин «Физика», «Электротехника», «Электроника», «Теоретическая механика», «Моделирование систем», «Проектирование автоматизированных систем».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин, ориентированных на проектирование, систем управления и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

**ОПК-9.** Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-9.1. Выбирает и применяет методики использования программных средств для решения практических задач.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

З1. Правила технической эксплуатации элементов отдельных частей и подсистем АСУТП.

**Уметь:**

У1. Производить расчеты, сравнительный анализ, выбирать класс математических моделей для формализованного описания объекта проектирования,

У2. Разрабатывать проектную и техническую документацию.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-9.2. Использует пакеты прикладных программ для решения задач в различных областях.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

З1. Правила обслуживания элементов отдельных частей и подсистем АСУТП.

## Уметь:

У1. Производить автоматизированное решение задач параметрического и структурного синтеза систем.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы  | Зачетные единицы | Академические часы |
|---|------------------|--------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | <b>2</b>         | <b>72</b>          |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>   |                  | <b>52</b>          |
| В том числе:  |                  |                    |
| Лекции  |                  | 26                 |
| Практические занятия (ПЗ)   |                  | 26                 |
| Лабораторные работы (ЛР)  |                  | не предусмотрены   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>                           |                  | <b>20</b>          |
| В том числе:  |                  |                    |
| Курсовая работа   |                  | не предусмотрена   |
| Курсовой проект   |                  | не предусмотрен    |
| Расчетно-графические работы   |                  | не предусмотрены   |
| Реферат   |                  | не предусмотрен    |
| Другие виды самостоятельной работы:<br>- подготовка к практическим занятиям |                  | 20                 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)            |                  |                    |
| <b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>            |                  | <b>0</b>           |

### 5. Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

| №                          | Наименование модуля  | Труд-ть, часы | Лекции    | Практич. занятия | Лаб. работы | Сам. работа |
|----------------------------|--|---------------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| 1                          | Процесс проектирования систем управления, как объект автоматизации | 9             | 4         | 2                |             | 3           |
| 2                          | Виды обеспечений САПР  | 11            | 4         | 4                |             | 3           |
| 3                          | Модели объекта проектирования                                      | 11            | 4         | 4                |             | 3           |
| 4                          | Методы автоматизированного анализа объекта проектирования          | 11            | 4         | 4                |             | 3           |
| 5                          | Методы автоматизированного решения задач параметрического синтеза  | 16            | 6         | 6                |             | 4           |
| 6                          | Методы автоматизированного решения задач структурного синтеза      | 14            | 4         | 6                |             | 4           |
| <b>Всего на дисциплину</b> |  | <b>72</b>     | <b>26</b> | <b>26</b>        |             | <b>20</b>   |

## 5.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1 «Процесс проектирования БТС и приборов медицинского назначения, как объект автоматизации»**

Системный подход к проектированию. Структура процесса проектирования: стадии проектирования; понятие о типовых проектных процедурах. Цели, критерии и ограничения процесса проектирования БТС Структурная схема этапов проектирования БТС и устройств. Автоматизация проектирования БТС и приборов медицинского назначения: структура САПР, классификация САПР. Функции и характеристики САЕ/ CAD/ САМсистем.

### **Модуль 2 «Виды обеспечений САПР»**

Основные виды обеспечений САПР. Техническое обеспечение САПР: аппаратура рабочих мест, рабочие станции, периферийные устройства. Информационное обеспечение: базы знаний корпоративные и с удаленным доступом. Особенности программного обеспечения. Графические средства САПР, Парадигма облачных вычислений для САПР.

### **Модуль 3 «Модели объекта проектирования»**

Блочный-иерархический подход к разработке моделей проектируемого объекта в САПР. Функциональный и структурный подходы к формализованному описанию БТС. Классификация моделей БТС. Понятие об обобщенных схемах построения моделей объекта проектирования. Графовые модели и их применение для описания иерархии схем. Автоматическая генерация уравнений модели электрической схемы: компонентные и топологические уравнения.

### **Модуль 4 «Методы автоматизированного анализа объекта проектирования»**

Задачи анализа и особенности их постановки на разных этапах проектирования БТС и приборов медицинского назначения. Показатели качества технического решения (количественные и качественные). Применение методов экспертного оценивания. Меры сходства и различия между техническими решениями, заданными набором количественных показателей качества. Кластерный анализ технических решений. Нечеткие оценки критериев качества.

### **Модуль 5 «Методы автоматизированного решения задач параметрического синтеза»**

Постановка задачи параметрического синтеза БТС и измерительных каналов, как задачи однокритериальной оптимизации: целевая функция (критерий оптимизации), ограничения, оптимизируемые параметры. Постановка задачи параметрического синтеза БТС и измерительных каналов, как задачи многокритериальной оптимизации: векторный критерий, его свертка.

### **Модуль 6 «Методы автоматизированного решения задач структурного синтеза»**

Постановка задачи структурного синтеза БТС и измерительных каналов. Понятия оптимального и рационального решений. Метод ветвей и границ. Обобщенный алгоритм структурного синтеза вариантов схем измерительных каналов. Представление множества вариантов схем (вариантов БТС) в виде И / ИЛИ дерева. Формирование множества альтернативных решений методом морфологического синтеза. Эволюционные методы поиска рациональных

вариантов схем (на примере структурных, функциональных и принципиальных электрических схем).

### 5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия

Практические занятия преследуют следующие цели:

- усвоение теоретических определений, понятий, методов, изложенных в лекциях, с помощью решения специальных примеров, иллюстрирующих отдельные этапы задач анализа и синтеза технических решений при автоматизированном проектировании БТС

- изучение программно-инструментальных средств, применяемых для решения задач автоматизированного проектирования медицинских приборов и БТС, на примере расширений программной системы МатЛаб.

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

| Порядковый номер модуля.<br>Цели практических занятий.   | Примерная тематика занятий и форма их проведения  | Трудоемкость в часах |
|--|---|----------------------|
| <b>Модуль 1</b><br>Цель: сформировать представления о типовых проектных процедурах                       | Изучение задач, решаемых САЕ/ САД/ САМ системами, на примере организации предпроектных исследований, проектирования и производства электро-энцефалографов   | 2                    |
| <b>Модуль 2</b><br>Цель: сформировать представления об особенностях БД конструкторских САПР              | Изучение особенностей баз данных САПР, решающих задачи схемотехнического (конструкторского) проектирования  | 4                    |
| <b>Модуль 3</b><br>Цель: сформировать навыки разработки макромоделей электрических схем                  | Изучение на примерах метода разработки макромоделей электрических схем (построение компонентных и топологических уравнений)   | 4                    |
| <b>Модуль 4</b><br>Цель: сформировать навыки использования алгоритмов анализа                            | Изучение на примерах формул для оценки мер попарного сходства и различия между вариантами технических решений. Изучение алгоритма построения матриц отношений сходства и включения                  | 4                    |
| <b>Модуль 5</b><br>Цель: сформировать навыки применения алгоритмов многокритериальной оптимизации в САПР | Изучение на примерах работы алгоритма построения множества Парето-оптимальных технических решений. Построение свертки векторного критерия.  | 6                    |
| <b>Модуль 6</b><br>Цель: изучить на примерах особенности генетических алгоритмов                         | Представление множества вариантов схем измерительного канала в виде И/ ИЛИ дерева. Особенности генетических алгоритмов и их применение для задач конструкторского проектирования электрических схем | 6                    |

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиск литературы, обобщение, оформление и представление полученных результатов, их критический анализ, разработка документации.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем по заданию преподавателя по рекомендуемой учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, выполнении контрольных работ, текущему контролю успеваемости и зачету.

Содержание самостоятельной работы определяется темами лекций и списком вопросов и заданий, которые выдаются студентам для подготовки к контрольным работам.

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

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов по напр. подготовки дипломир. специалистов "Информатика и выч. техника": в составе учебно-методического комплекса / И.П. Норенков. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2002. - 334 с. - (Информатика в техн. ун-те) (УМК-У). - Библиогр.: с. 324. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2090-1: 86 p. - (ID=12120-18)

2. Сольнищев Р.И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления: учебник для вузов по спец. "Автоматика и управление в техн. системах" / Р.И. Сольнищев. - М.: Высшая школа, 1991. - 335 с. - Текст: непосредственный. - 1 p. 70 к. - (ID=88244-12)

3. Ехлаков, Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления: учебное пособие / Ю.П. Ехлаков; Ехлаков Ю.П. - Москва: ТУСУР, 2001. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4958>. - (ID=145768-0)

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Южаков, А.А. Автоматизированное проектирование средств и систем управления: учебное пособие для вузов / А.А. Южаков; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. - Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-398-01464-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160761>. - (ID=143754-0)

2. Технология проектирования печатных плат в САПР P-CAD-2006: учебное пособие / Н.Ю. Иванова [и др.]; Санкт-Петербургский гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - Внешний сервер. - Текст: электронный. - URL: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_frubr=3.52&p\\_frubr=3.53&p\\_frubr=3.23&p\\_frubr=3.54&p\\_frubr=3.55&p\\_frubr=3.56&p\\_mode=1&p\\_rid=63002&p\\_rubr=2.2.75.26](http://window.edu.ru/window/library?p_frubr=3.52&p_frubr=3.53&p_frubr=3.23&p_frubr=3.54&p_frubr=3.55&p_frubr=3.56&p_mode=1&p_rid=63002&p_rubr=2.2.75.26). - (ID=78959-0)

3. Зотов, А.В. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учебно-методическое пособие / А.В. Зотов, А.А. Козлов; Тольяттинский государственный университет. - Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2016. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Дата

обращения: 03.08.2022. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8259-0991-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/140079>. - (ID=148961-0)

4. Лопухина, Е.М. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности: учебное пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и специальности "Электромеханика" / Е.М. Лопухина, Г.А. Семенчуков. - Москва: Высшая школа, 2002. - 511 с.: ил. - Библиогр.: с. 501 - 503. - ISBN 5-06-00402-9: 95 р. - (ID=10002-55)

5. Максимов, А.В. Оптимальное проектирование ассемблерных программ математических алгоритмов: теория, инженерные методы: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» 09.03.01 (уровень бакалавриата), 09.04.01 (уровень магистратуры), 09.06.01 (уровень аспирантуры) / А.В. Максимов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-8056-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171415>. - (ID=113815-0)

6. Петренко, А.И. Основы построения систем автоматизированного проектирования: учебник для инж. специальностей вузов / А.И. Петренко, О.И. Семенов. - 2-е изд.; стер. - Киев: Вища школа, 1985. - 293, [1] с.: ил. - Библиогр.: с. 291 - 294. - Текст: непосредственный. - 1 р. - (ID=74213-69)

7. Системы автоматизированного проектирования. Проектирование в системе «Компас-3D»: практикум / составители А. В. Авилов, Н. В. Авилова. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018. – 112 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/117842.html> . - (ID=145766-0)

### **7.3. Методические материалы**

1. Филатова, Н.Н. Проектирование тренажерных комплексов для технического образования / Н.Н. Филатова, О.Л. Ахремчик, Н.И. Вавилова; Тверской государственный технический университет, Кафедра АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2005. - Сервер. - Текст: электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58919>. - (ID=58919-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины "Автоматизированное проектирование средств и систем управления" направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах. Профиль: Управление и информатика в технических системах: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. Н.Г. Яковлева.-2017. - (УМК-В).- Текст: электронный. - (ID=132973-0)

3. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Системы автоматизированного проектирования". Направление подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Направленность (профиль) – Промышленная информатика технологическими процессами и производствами: ФГОС 3++ / Кафедра "Автоматизация технологических процессов"; составитель Н.Н. Филатова. - Тверь: ТвГТУ, 2022. - (УМК). - Текст: электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155937>. - (ID=155937-0)



#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Statgraphics+.

Система ПСАПР (разработка кафедры).

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155937>

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

Для проведения практических занятий необходим дисплейный класс на 10-12 рабочих мест с установленным программным обеспечением необходимым для реализации заданий.

#### **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

##### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Промежуточная аттестация производится на основе результатов итоговой контрольной работы. Пример заданий приведен в Приложении.

##### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрена.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Вариант № 1

1. Этапы (стадии) проектирования систем автоматизации. Типовые проектные процедуры

2. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1...ТР5), для сравнения используются 4 критерия. Описать по шагам работу алгоритма построения множества Парето для выделенного множества решений. Найти множество Парето оптимальных решений.

|    |   |   | P1 | P2 | P3 | P4  | P5 |
|----|---|---|----|----|----|-----|----|
| ax | m | 1 | .4 | .4 | .4 | .75 | ,5 |
| in | m | 2 | 0  | 5  | 5  |     |    |
| ax | m | 3 | .2 | .1 | .6 | .5  | ,6 |
| in | m | 4 | .5 | .5 | .5 | .5  | .5 |

3. Функции CAD, CAM, CAE, ERP систем

4. Для описания объекта проектирования с помощью автоматной модели построить граф переходов и составить матрицу соединений.

| X  | Y  |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 |
|    | Z0 | Z1 | Z2 | Z3 |
| X1 | Z2 | Z1 | Z2 | Z1 |
| X2 | Z1 | Z3 | Z2 | Z1 |
| X3 | Z0 | Z2 | Z0 | Z3 |
| X4 | Z3 | Z1 | Z3 | Z2 |

Вариант № 2

1. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1...ТР5), для сравнения решений используют два критерия (F1=>max и F2=>min). Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     | F1   | F2  |
|-----|------|-----|
| ТР1 | 1.75 | 1.4 |
| ТР2 | 15   | 15  |
| ТР3 | 0.5  | 0.1 |
| ТР4 | 3.5  | 3.5 |
| ТР5 | 6    | 5   |

2. Какое различие существует между матрицей оценки сходства и матрицей оценки включения (при попарном сравнении технических альтернатив)?

3. Для описания объекта проектирования с помощью сети Петри составить графовую модель на основе описания структуры в виде перечня входных и выходных функций (*t – переход p – позиция*)

$$\begin{array}{ll}
 I(t_1) = \{ \}, & O(t_1) = \{ p_1 \}, \\
 I(t_2) = \{ p_1, p_4 \} & O(t_2) = \{ p_2 \}, \\
 I(t_3) = \{ p_1, p_4 \} & O(t_3) = \{ p_2, p_4 \}, \\
 I(t_4) = \{ p_3 \} & O(t_4) = \{ p_4 \}, \\
 I(t_5) = \{ p_1, p_2 \} & O(t_5) = \{ p_2 \}.
 \end{array}$$

4. Цели и критерии проектирования систем управления

### Вариант № 3

1. Имеются 6 вариантов технических решений (ТР1...ТР6), для сравнения решений используют два критерия ( $F1 \Rightarrow \max$  и  $F2 \Rightarrow \min$ ). Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     | F1   | F2  |
|-----|------|-----|
| ТР1 | 1.75 | 2.4 |
| ТР2 | 15   | 5   |
| ТР3 | 0.5  | 0.6 |
| ТР4 | 3.5  | 2.5 |
| ТР5 | 6    | 5   |
| ТР6 | 13   | 10  |

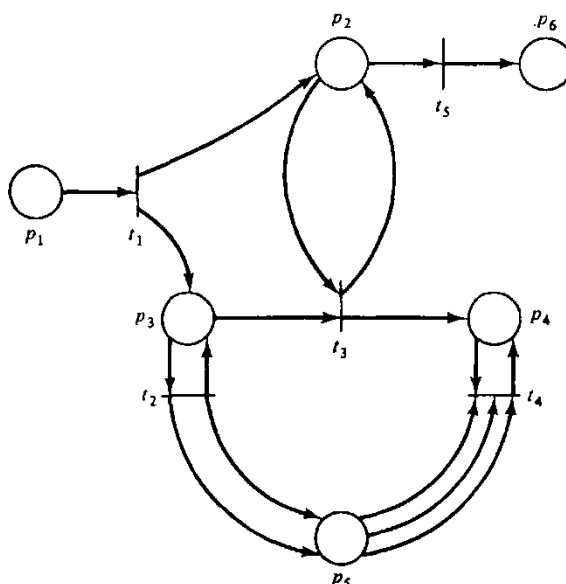
2. Что входит в понятие «техническое обеспечение САПР»?

3. Для описания объекта проектирования использован аппарат сетей Петри.

Перечислить состав множеств:

- входных позиций переходов  $I(t_5)$ , выходных позиций переходов  $O(t_5)$ ,
- входных переходов позиций  $I(p_2)$ , выходных переходов позиций  $O(p_2)$ ,

*t – переход p - позиция*



4. Классификация САПР

Вариант № 4

1. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z10). Рассчитать оценку сходства между техническими решениями S1 и S2 по формуле Андреева:  $C(S_j, S_k) = \frac{4m(S_j \cap S_k)}{2m(S_j) + 2m(S_k) + 2m(S_j \cap S_k)}$   $k \neq j$

|     | S1 | S2 |
|-----|----|----|
| Z1  | 1  | 1  |
| Z2  | 0  | 1  |
| Z3  | 0  | 1  |
| Z4  | 1  | 1  |
| Z5  | 1  | 1  |
| Z6  | 0  | 0  |
| Z7  | 1  | 1  |
| Z8  | 0  | 1  |
| Z9  | 1  | 1  |
| Z10 | 1  | 0  |

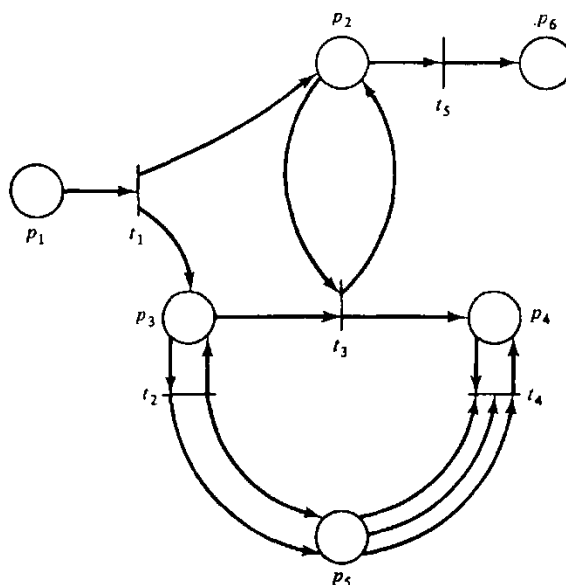
2. Что входит в понятие «лингвистическое обеспечение САПР» ?

3. Для описания объекта проектирования использован аппарат сетей Петри.

Перечислить состав множеств:

- входных позиций переходов I(t2), выходных позиций переходов O(t2),
- входных переходов позиций I(p4), выходных переходов позиций O(p4),

t – переход p – позиция



4. Назначение нейтральных файлов (международные стандарты – IGES, DXF, Стандарт STEP).

Вариант № 5

1. Выбор наилучшего варианта технического решения на основе принципа равномерной оптимальности (принцип Чебышева).

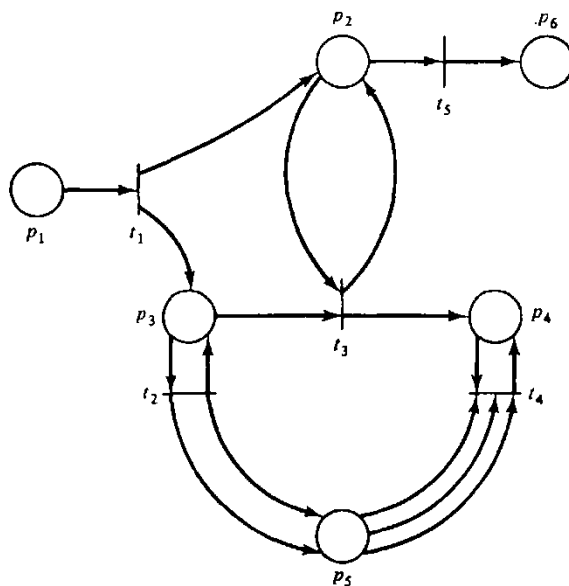
2. Что входит в понятие «информационное обеспечение САПР» ?

3. Для описания объекта проектирования использован аппарат сетей Петри.

Перечислить состав множеств:

- входных позиций переходов  $I(t_1)$ , выходных позиций переходов  $O(t_1)$ ,
- входных переходов позиций  $I(p_3)$ , выходных переходов позиций  $O(p_3)$ ,

$t$  – переход  $p$  – позиция



4. Организация межпрограммного обмена в САПР, косвенный и прямой метод обмена данными между системами.

Вариант № 6

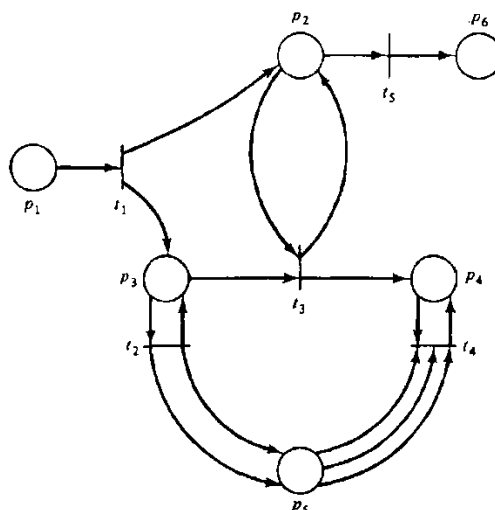
1. Алгоритм построения матрицы мер включения, выделение оригинальных решений.

2. Что входит в понятие «программное обеспечение САПР (приведите примеры)»?

3. Перечислить состав множеств:

- входных позиций переходов  $I(t_3)$ , выходных позиций переходов  $O(t_3)$ ,
- входных переходов позиций  $I(p_6)$ , выходных переходов позиций  $O(p_6)$ ,

$t$  – переход  $p$  – позиция



4. Для описания объекта проектирования с помощью автоматной модели построить граф переходов и составить матрицу соединений.

| X  | Y  |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 |
|    | Z0 | Z1 | Z2 | Z3 |
| X1 | Z1 | Z1 | Z1 | Z2 |
| X2 | Z2 | Z1 | Z2 | Z1 |
| X3 | Z0 | Z2 | Z0 | Z0 |
| X4 | Z3 | Z3 | Z2 | Z2 |



Вариант № 7

1. Имеются 6 вариантов технических решений (ТР1...ТР6), для сравнения решений используют два критерия (F1=> min и F2=> max). Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     | F1   | F2  |
|-----|------|-----|
| ТР1 | 1.75 | 2.5 |
| ТР2 | 15   | 5   |
| ТР3 | 0.5  | 10  |
| ТР4 | 3.5  | 6   |
| ТР5 | 6    | 3   |
| ТР6 | 13   | 10  |

2. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z10). Рассчитать оценку сходства между решениями S1 и S2 по формуле Жаккара:

|     | S1 | S2 |
|-----|----|----|
| Z1  | 1  | 1  |
| Z2  | 0  | 1  |
| Z3  | 0  | 1  |
| Z4  | 1  | 1  |
| Z5  | 1  | 1  |
| Z6  | 0  | 0  |
| Z7  | 1  | 1  |
| Z8  | 0  | 1  |
| Z9  | 1  | 1  |
| Z10 | 1  | 0  |

$$C(S_j, S_k) = \frac{m(S_j \cap S_k)}{m(S_j \cup S_k)} \quad k \neq j$$

3. Показатели качества технических решений при проектировании систем автоматизации.

4. Классификация задач структурного синтеза.

Вариант № 8

1. Имеются 6 вариантов технических решений (ТР1...ТР6), для сравнения решений используют два критерия (F1=> min и F2=> max). Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     | F1  | F2  |
|-----|-----|-----|
| ТР1 | 1.4 | 2.5 |
| ТР2 | 15  | 5   |
| ТР3 | 0.1 | 10  |
| ТР4 | 7   | 6   |
| ТР5 | 2   | 3   |
| ТР6 | 17  | 10  |

2. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z8). Рассчитать оценку сходства между решениями S1 и S2 по формуле Сокала – Синта:

$$C(S_j, S_k) = \frac{m(S_j \cap S_k)}{2m(S_j) + 2m(S_k) - 3m(S_j \cap S_k)} \quad k \neq j$$

|    | S1 | S2 |
|----|----|----|
| Z1 | 1  | 0  |
| Z2 | 0  | 0  |
| Z3 | 0  | 1  |
| Z4 | 1  | 1  |
| Z5 | 1  | 1  |
| Z6 | 0  | 1  |
| Z7 | 1  | 0  |
| Z8 | 0  | 0  |

3. Какие функции САМ систем Вы знаете?

4. Три способа организации информационного интерфейса в САПР.

Вариант № 9

1. Имеются 6 вариантов технических решений (ТР1...ТР6), для сравнения решений используют два критерия (F1=> min и F2=> max). Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     | F1  | F2  |
|-----|-----|-----|
| ТР1 | 3.5 | 0.6 |
| ТР2 | 5   | 2.5 |
| ТР3 | 17  | 5   |
| ТР4 | 7   | 10  |
| ТР5 | 2   | 6   |
| ТР6 | 13  | 3   |

2. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z7). Рассчитать оценку сходства между решениями S1 и S2 по формуле Жаккара:

|    | S1 | S2 |
|----|----|----|
| Z1 | 1  | 0  |
| Z2 | 0  | 1  |
| Z3 | 0  | 1  |
| Z4 | 1  | 1  |
| Z5 | 1  | 1  |
| Z6 | 0  | 0  |
| Z7 | 1  | 0  |

$$C(S_j, S_k) = \frac{m(S_j \cap S_k)}{m(S_j \cup S_k)} \quad k \neq j$$

3. Какие функции САЕ систем Вы знаете?

4. Косвенный и прямой метод обмена данными между системами проектирования.

Вариант № 10

1. Имеются 8 вариантов технических решений (ТР1...ТР8), для сравнения решений используют два критерия (F1=> min и F2=> max). Выделить доминирующие решения.

|     | F1  | F2  |
|-----|-----|-----|
| ТР1 | 3.5 | 0.6 |
| ТР2 | 5   | 2.5 |
| ТР3 | 17  | 5   |
| ТР4 | 7   | 10  |
| ТР5 | 2   | 6   |
| ТР6 | 13  | 3   |

2. Имеется матрица сходства между решениями S1... S7. Построить граф сходства

|    | S1    | S2    | S3    | S4    | S5    | S6    | S7    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S1 | 1     | 0,615 | 0,5   | 0,44  | 0,55  | 0,55  | 0,5   |
| S2 | 0,615 | 1     | 0,46  | 0,6   | 0,5   | 0,5   | 0,62  |
| S3 | 0,5   | 0,46  | 1     | 0     | 0,545 | 0,727 | 0,333 |
| S4 | 0,44  | 0,6   | 0     | 1     | 0,25  | 0,25  | 0,667 |
| S5 | 0,55  | 0,5   | 0,545 | 0,25  | 1     | 0,6   | 0,545 |
| S6 | 0,55  | 0,5   | 0,727 | 0,25  | 0,6   | 1     | 0,364 |
| S7 | 0,5   | 0,62  | 0,333 | 0,667 | 0,545 | 0,364 | 1     |

3. Какие функции САД систем Вы знаете?

4. Синтез вариантов технических решений на основе морфологических таблиц.

Вариант № 11

1. Имеются 8 вариантов технических решений (ТР1...ТР8), для сравнения решений используют два критерия ( $F1 \Rightarrow \max$  и  $F2 \Rightarrow \min$ ). Выделить доминирующие решения.

|     | F1  | F2   |
|-----|-----|------|
| ТР1 | 3.5 | 1.75 |
| ТР2 | 5   | 15   |
| ТР3 | 17  | 0.5  |
| ТР4 | 7   | 3.5  |
| ТР5 | 2   | 6    |
| ТР6 | 13  | 13   |

2. Имеется бинарная матрица сходства между решениями S1... S7. Построить граф сходства между решениями S1... S7

|    | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| S1 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| S2 | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| S3 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| S4 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| S5 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| S6 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| S7 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |

3. Какие функции САМ систем Вы знаете?

4. Лингвистическое и информационное обеспечения САПР

Вариант № 12

1. Блочно - иерархический подход к проектированию. Вертикальные уровни декомпозиции объекта проектирования. Горизонтальные страты для одного вертикального уровня проектирования

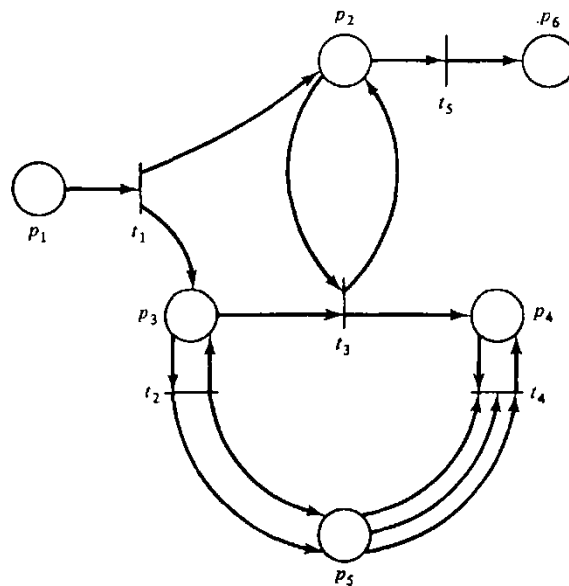
2. Имеется матрица включения решений S1... S7. Построить бинарный вариант этой матрицы при ограничении: мера включения не более 0.4

|    | S1     | S2    | S3    | S4    | S5    | S6    | S7    |
|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S1 | 1      | 0,667 | 0,667 | 0,333 | 0,5   | 0,5   | 0,5   |
| S2 | 0,5714 | 1     | 0,571 | 0,286 | 0,429 | 0,429 | 0,429 |
| S3 | 0,6667 | 0,5   | 1     | 0     | 0,667 | 0,667 | 0,333 |
| S4 | 0,6667 | 1     | 0     | 1     | 0,333 | 0,333 | 1     |
| S5 | 0,6    | 0,6   | 0,8   | 0,2   | 1     | 0,6   | 0,6   |
| S6 | 0,6    | 0,6   | 0,8   | 0,2   | 0,6   | 1     | 0,4   |
| S7 | 0,5    | 0,667 | 0,333 | 0,5   | 0,5   | 0,333 | 1     |

3. Для описания объекта проектирования использован аппарат сетей Петри. Перечислить состав множеств:

- входных позиций переходов I(t5), выходных позиций переходов O(t5),
- входных переходов позиций I(p2), выходных переходов позиций O(p2),

*t – переход p - позиция*



4. Постановка задач параметрической оптимизации технических решений

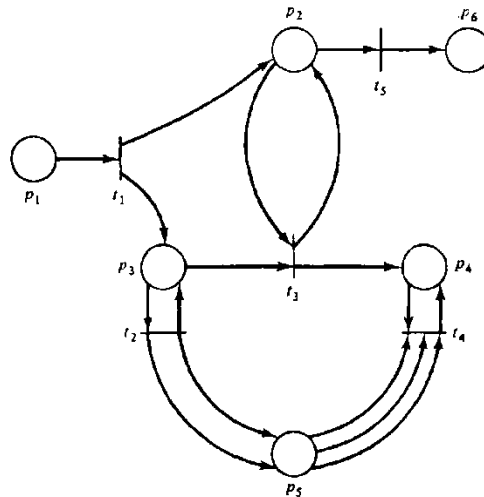
Вариант № 13

1. Проектирование систем автоматизации с использованием векторного критерия

2. Что входит в понятие «техническое обеспечение САПР (приведите примеры)»?

3. Для описания объекта проектирования использован аппарат сетей Петри. Перечислить состав множеств входных позиций переходов  $I(t_2)$ , выходных позиций переходов  $O(t_2)$ ,

*t – переход p - позиция*



4. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР5....ТР9), для сравнения решений используют несколько критериев. Найти множество Парето-оптимальных решений.

|     |    | ТР5 | ТР6 | ТР7 | ТР8 | ТР9 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| max | F1 | 0,5 | 1.4 | 12  | 4   | 1.4 |
| min | F2 | 1   | 10  | 9   | 5   | 15  |
| max | F3 | 0,6 | 0.2 | 10  | 2   | 0.1 |
| min | F4 | 3.5 | 1.5 | 3   | 4   | 3.5 |

Вариант № 14

1. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1...ТР5), для сравнения решений используют несколько критериев. Найти множество Парето-оптимальных решений

|     |    | ТР1 | ТР2 | ТР3 | ТР4 | ТР5 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| min | F4 | 3.5 | 1.5 | 3   | 4   | 3.5 |
| max | F5 | 7   | 2   | 6   | 8   | 5   |
| min | F6 | 11  | 10  | 2   | 2   | 17  |
| max | F7 | 4   | 0.5 | 1   | 1   | 7   |

2. Какое различие существует между матрицей оценки сходства и матрицей оценки включения (при попарном сравнении технических альтернатив) ?

3. Для описания объекта проектирования с помощью сети Петри составить графовую модель на основе описания структуры в виде перечня входных и выходных функций (*t – переход p – позиция*)

$$I(p_1) = \{ t_1 \},$$

$$I(p_2) = \{ t_3 \}$$

$$I(p_3) = \{ t_2, t_3 \}$$

$$I(p_4) = \{ t_4, t_5, t_5, t_5 \}$$

$$I(p_5) = \{ t_2 \}$$

$$O(p_1) = \{ t_2, t_3 \},$$

$$O(p_2) = \{ t_3, t_5, t_5 \},$$

$$O(p_3) = \{ t_2, t_4 \},$$

$$O(p_4) = \{ t_4 \},$$

$$O(p_5) = \{ t_6 \},$$

4. Функции CAE, CAD, ERP систем.



Вариант № 15

1. Этапы (стадии) проектирования систем автоматизации. Типовые проектные процедуры

2. Какое различие существует между матрицей оценки сходства и матрицей оценки включения (при попарном сравнении технических альтернатив) ?

3. Задачи структурного синтеза в САПР (особенности постановки, на примере задачи компоновки элементов схемы).

4. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1....ТР5), для сравнения используются 4 критерия. Описать по шагам работу алгоритма построения множества Парето для выделенного множества решений, Найти множество Парето оптимальных решений.

|    |   | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | T |
|----|---|----|----|----|----|----|---|
| ax | 4 |    |    |    | .6 |    | 5 |
| in | 5 |    | 0  |    | .5 | 7  | 1 |
| ax | 6 |    | .5 |    |    |    | 7 |
| in | 7 |    |    |    | 3  |    | 2 |

Вариант № 16

1. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1...ТР5), для сравнения решений используют несколько критериев. Описать по шагам работу алгоритма построения множества Парето для выделенного множества решений. Найти множество Парето-оптимальных решений

|     |    | ТР1 | ТР2 | ТР3 | ТР4 | ТР5 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| min | F4 | 3.5 | 1.5 | 3   | 4   | 3.5 |
| max | F5 | 7   | 2   | 6   | 8   | 5   |
| min | F6 | 11  | 10  | 2   | 2   | 17  |
| max | F7 | 4   | 0.5 | 1   | 1   | 7   |

2. Алгоритмы компоновки схем, применяемые в САПР

3. Для описания объекта проектирования с помощью сети Петри составить графовую модель на основе описания структуры в виде перечня входных и выходных функций ( $t$  – переход  $p$  – позиция)

$$I(p_1) = \{ t_1 \},$$

$$I(p_2) = \{ t_3 \}$$

$$I(p_3) = \{ t_2, t_3 \}$$

$$I(p_4) = \{ t_4, t_5, t_5, t_5 \}$$

$$I(p_5) = \{ t_2 \}$$

$$O(p_1) = \{ t_2, t_3 \},$$

$$O(p_2) = \{ t_3, t_5, t_5 \},$$

$$O(p_3) = \{ t_2, t_4 \},$$

$$O(p_4) = \{ t_4 \},$$

$$O(p_5) = \{ t_6 \},$$

4. Алгоритм построения матриц мер сходства технических решений применяемый в САПР.

Вариант № 17

1. Имеются 5 вариантов технических решений (ТР1...ТР5), для сравнения решений используют несколько критериев. Найти множество Парето-оптимальных решений

|     |    | ТР1 | ТР2 | ТР3 | ТР4 | ТР5 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| max | F4 | 0.6 | 0.5 | 0,6 | 0.2 | 10  |
| min | F5 | 3.5 | 2.5 | 3.5 | 1.5 | 3   |
| min | F6 | 6   | 5   | 7   | 2   | 6   |
| max | F7 | 13  | 10  | 11  | 10  | 2   |

2. Особенности дискретно детерминированных моделей объектов проектирования.

3. Функции САЕ систем

4. Алгоритмы последовательного размещения элементов схемы, применяемые в САПР.

Вариант № 18

1. Задачи анализа и особенности их решения на разных этапах проектирования систем управления.

2. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z8). Рассчитать оценку сходства между техническими решениями S1 и S2 по

формуле Андреева:  $C(S_j, S_k) = \frac{4m(S_j \cap S_k)}{2m(S_j) + 2m(S_k) + 2m(S_j \cap S_k)}$   $k \neq j$

|    | S1 | S2 |
|----|----|----|
| Z1 | 1  | 1  |
| Z2 | 0  | 1  |
| Z3 | 0  | 1  |
| Z4 | 1  | 1  |
| Z5 | 1  | 1  |
| Z6 | 0  | 0  |
| Z7 | 1  | 1  |
| Z8 | 0  | 1  |

3. Назначение нейтрального файла, препроцессора и постпроцессора.

4. Синтез вариантов технических решений на основе морфологических таблиц.

Вариант № 19

1. Назначение нейтральных файлов (международные стандарты – IGES, DXF, Стандарт STEP).

2. Что входит в понятие «информационное обеспечение САПР»?

3. Алгоритм построения матрицы мер включения, выделение оригинальных решений.

4. Для описания объекта проектирования с помощью автоматной модели построить граф переходов и составить матрицу соединений.

| X  | Y  |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 |
|    | Z0 | Z1 | Z2 | Z3 |
| X1 | Z1 | Z1 | Z1 | Z2 |
| X2 | Z2 | Z1 | Z2 | Z1 |
| X3 | Z0 | Z2 | Z0 | Z0 |
| X4 | Z3 | Z3 | Z2 | Z2 |

Вариант № 20

1. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z10). Рассчитать оценку сходства между решениями S1 и S2 по формуле Жаккара:

$$C(S_j, S_k) = \frac{m(S_j \cap S_k)}{m(S_j \cup S_k)} \quad k \neq j$$

|     | S1 | S2 |
|-----|----|----|
| Z1  | 1  | 1  |
| Z2  | 0  | 1  |
| Z3  | 0  | 1  |
| Z4  | 1  | 1  |
| Z5  | 1  | 1  |
| Z6  | 0  | 0  |
| Z7  | 1  | 1  |
| Z8  | 0  | 1  |
| Z9  | 1  | 1  |
| Z10 | 1  | 0  |

2. Стандарт STEP и язык EXPRESS

3. Функции SCADA систем

4. Имеется матрица сходства между решениями S1... S6. Построить граф сходства (сходство не менее 0.5).

|    | S1    | S2    | S3    | S4   | S5    | S6    |
|----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| S1 | 1     | 0,615 | 0,5   | 0,44 | 0,55  | 0,55  |
| S2 | 0,615 | 1     | 0,46  | 0,6  | 0,5   | 0,5   |
| S3 | 0,5   | 0,46  | 1     | 0    | 0,545 | 0,727 |
| S4 | 0,44  | 0,6   | 0     | 1    | 0,25  | 0,25  |
| S5 | 0,55  | 0,5   | 0,545 | 0,25 | 1     | 0,6   |
| S6 | 0,55  | 0,5   | 0,727 | 0,25 | 0,6   | 1     |

Вариант № 21

1. Имеется описание технических решений в пространстве критериев (Z1-Z10). Рассчитать оценку сходства между решениями S3 и S4 по формуле Жаккара:

$$C(S_j, S_k) = \frac{m(S_j \cap S_k)}{m(S_j \cup S_k)} \quad k \neq j$$

|     | S3 | S4 |
|-----|----|----|
| Z1  | 0  | 1  |
| Z2  | 0  | 1  |
| Z3  | 1  | 0  |
| Z4  | 1  | 0  |
| Z5  | 1  | 0  |
| Z6  | 1  | 0  |
| Z7  | 0  | 1  |
| Z8  | 0  | 0  |
| Z9  | 1  | 0  |
| Z10 | 1  | 0  |

2. Этап рабочего проектирования

3. Функции АСУП (ERP-систем)

4. Построить граф переходов и составить матрицу соединений для автоматной модели, представленной таблицей.

| X  | Y  |    |    |  |
|----|----|----|----|--|
|    | Y1 | Y2 | Y3 |  |
|    | Z0 | Z2 | Z1 |  |
| X1 | Z1 | Z1 | Z1 |  |
| X2 | Z2 | Z2 | Z1 |  |
| X3 | Z0 | Z0 | Z2 |  |
| X4 | Z3 | Z2 | Z3 |  |

Составитель: профессор кафедры АТП \_\_\_\_\_ Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис