

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: - 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 вида 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»**

Блочнo-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 MatLab.

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

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий.	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1</b> 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> Цель: сформировать представления об особенностях БД конструкторских САПР	Изучение особенностей баз данных САПР, решающих задачи схемотехнического (конструкторского) проектирования	4
<b>Модуль 3</b> 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> 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> 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> 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

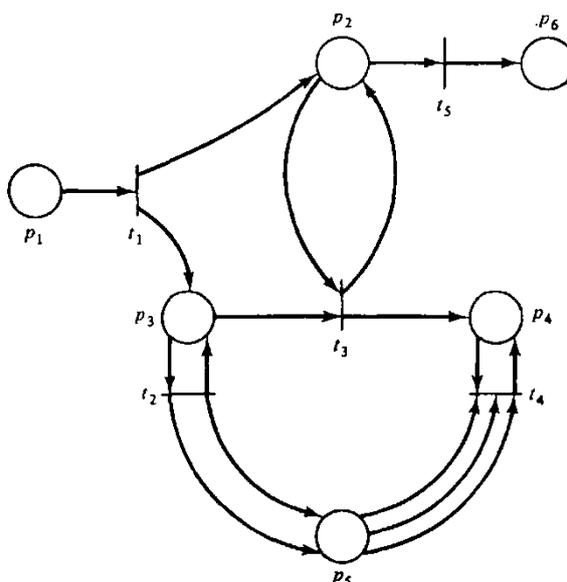
2. Что входит в понятие «техническое обеспечение САПР»?

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

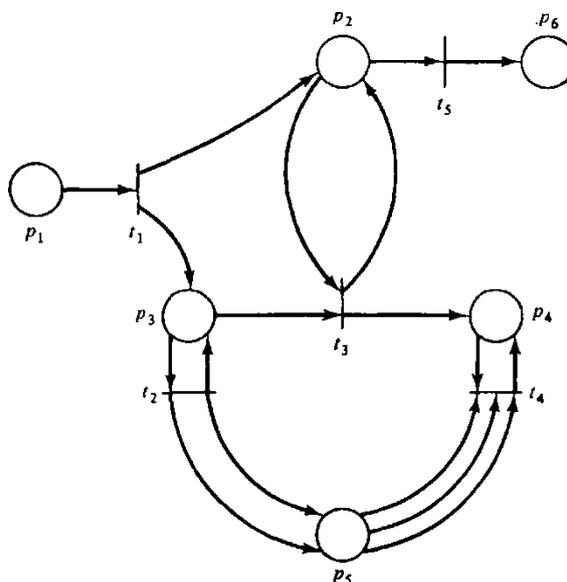
2. Что входит в понятие «лингвистическое обеспечение САПР» ?

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).

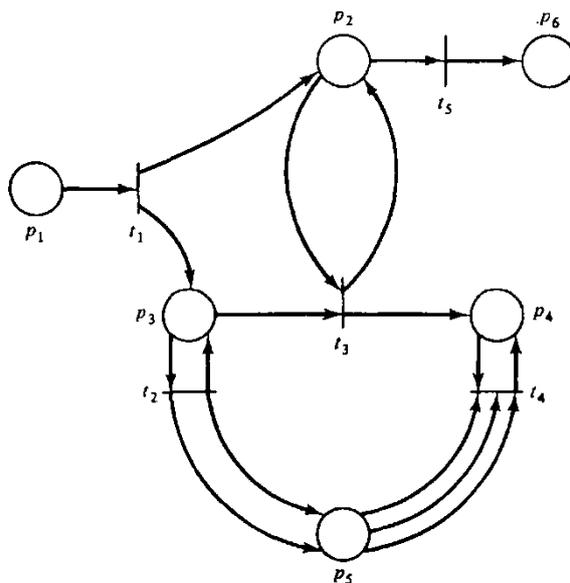
2. Что входит в понятие «информационное обеспечение САПР» ?

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

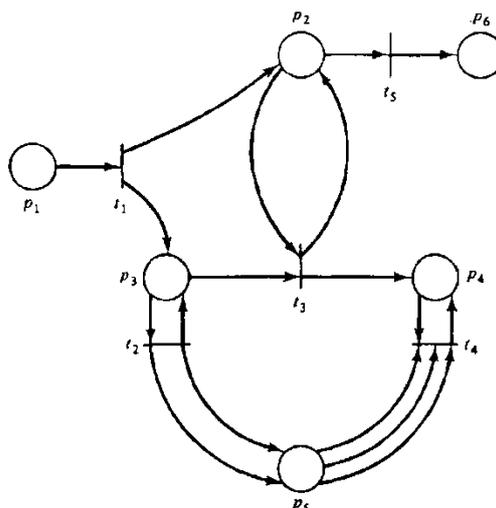
1. Алгоритм построения матрицы мер включения, выделение оригинальных решений.

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 ( $F1 \Rightarrow \min$  и  $F2 \Rightarrow \max$ ). 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

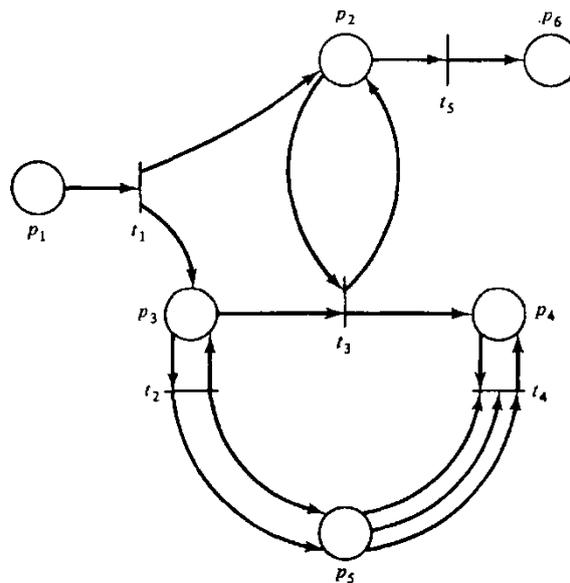
2. Имеется матрица включения решений S1... S7. Построить бинарный вариант этой матрицы при ограничении: мера включения не более 0.4

	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

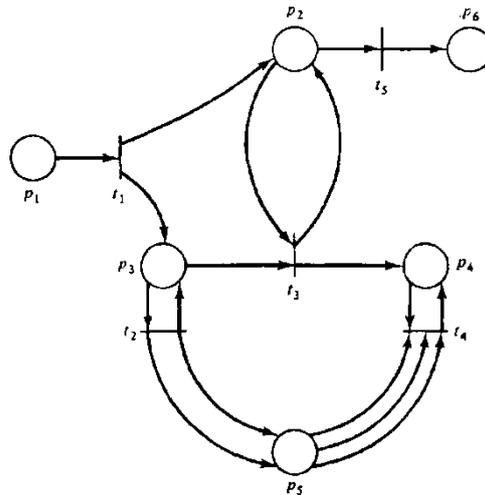
Вариант № 13

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