

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Основы конструирования и технологии приборостроения»**

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии

Типы задач профессиональной деятельности: производственно-технологический,  
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2024

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

Разработчик программы: профессор кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_ В.В. Лебедев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 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 «Основы конструирования и технологии приборостроения» является формирование у студентов знаний принципов конструирования приборов, творческих навыков, необходимых для постановки и решения основных задач конструкторского проектирования приборов, способности разрабатывать проектную и техническую документацию, навыков решения основных задач конструирования приборов различного назначения с использованием автоматизированных методов, оформления законченных проектно-конструкторских работ в сфере приборостроения.

**Задачами дисциплины** являются:

- **изучение** схемно-топологических задач конструкторского проектирования приборов;
- **изучение** состава и принципов работы автоматизированных систем конструкторского проектирования;
- **формирование** способности разрабатывать конструкторскую и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы на приборы;
- **формирование** умений и навыков автоматизированного конструирования современных приборов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Блока 1 ОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Информатика», «Физика», «Электроника», «Алгоритмические языки и программирование».

Знания, полученные при освоении курса, используются студентами при изучении дисциплин «Системы автоматизированного проектирования измерительных приборов», «Цифровые измерительные приборы и комплексы», «Схемотехника измерительных устройств».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

**ПК-4.** Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях и опытной проверке приборов и систем.

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

ИПК-4.1. Выполняет подключение, настройку и проверку приборов и систем различного назначения.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31. Схемы соединений и схемы подключений приборов различного назначения.

32. Круг задач, решаемых конструктором на различных этапах разработки приборов.

33. Объекты установки и внешние факторы, влияющие на работоспособность приборов.

**Уметь:**

У1. Выполнять настройки и проверки приборов и систем.

У2. Решать основные задачи конструкторского проектирования с использованием современных методов;

У3. Выполнять расчеты параметров конструкций, входящих в состав прибора.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Работать с программными комплексами автоматизированного проектирования современных печатных плат P-CAD, Dip Trace.

**ПК-5.** Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

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

ИПК-5.5. Выполняет расчеты параметров конструкций механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов, входящих в приборы различного назначения.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31. Основные задачи конструкторского проектирования приборов, методы и алгоритмы их решения.

32. Виды работ при конструировании приборов в соответствии с техническим заданием.

**Уметь:**

У1. Выполнять расчеты параметров конструкций механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов, входящих в состав приборов.

У2. Рассчитывать тепловые режимы и электромагнитную совместимость электронных компонентов на печатных платах приборов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Работать с программным комплексом автоматизированного проектирования Dip Trace.

**ПК-9.** Способен к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией.

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

ИПК-9.1. Разрабатывает схемную, конструкторскую и технологическую документацию по ЕСКД на приборы различного назначения.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31. Единую систему конструкторской документации (ЕСКД) и другие нормативные документы.

32. Виды работ при конструировании приборов и систем.

**Уметь:**

У1. Разрабатывать конструкторскую документацию по ЕСКД на приборы различного назначения.

У2. Разрабатывать техническое задание на конструирование отдельных узлов приборов.

У3. Разрабатывать проектную и техническую документацию на приборы.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Работать с программными комплексами автоматизированного проектирования современных печатных плат приборов различного назначения P-CAD, Dip Trace.

**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>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		<b>60</b>
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		<b>84=48+36 (экз.)</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		48
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>30</b>
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

**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	Математические модели схем. Математические модели монтажного пространства, печатная плата и модель её размещения. Задача компоновки, основные алгоритмы компоновки	36	7	7		12+9 (экз.)

2	Постановка задачи размещения, критерии оптимизации. Трассировка печатного монтажа, распределение соединений по слоям МПП. Алгоритмы трассировки	36	8	8		12+9 (экз.)
3	Основные типы печатных плат приборов медицинского назначения. Технология электромонтажных работ. Технологические методы обработки материалов применяемых при производстве приборов. Технология сборки и монтажа электронных модулей	36	7	7		12+9 (экз.)
4	Интегральные микросхемы. Технология полупроводниковых микросхем. Конструирование БИС и СБИС. Технология тонкопленочных гибридных интегральных микросхем. Технология монтажа и сборки микросхем. Разработка конструкторской документации при производстве медицинских приборов. Инженерное обеспечение производства приборов	36	8	8		12+9 (экз.)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>144</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		<b>48+36 (экз.)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1 «Математические модели схем. Математические модели монтажного пространства, печатная плата и модель её размещения. Задача компоновки, основные алгоритмы компоновки электронных схем»**

Математические модели (ММ) схем, требования, предъявляемые к ММ. Основные методы перехода от схемы к графу. ММ схем в виде неориентированных и ориентированных мультиграфов. ММ схемы в виде гиперграфа, матрица схемы. ММ схемы в виде ультраграфа, назначение весов. Математические модели монтажного пространства, метрические и топологические параметры. Плата и модель её размещения, граф схемы соединения модулей. Построение матрицы расстояний, матрицы геометрии и матрицы смежности при переходе то объектов автоматизированного конструирования к их моделям. Задача компоновки типовых элементов конструкций. Критерии оптимизации и ограничения. Компоновка как задача нелинейного целочисленного программирования. Кенигово представление гиперграфа схемы. Основные алгоритмы, используемые при компоновке. Последовательные и параллельные алгоритмы разрезания гиперграфа схемы при компоновке. Итерационные алгоритмы компоновки.

### **Модуль 2 «Постановка задачи размещения, критерии оптимизации. Трассировка печатного монтажа, распределение соединений по слоям МПП. Алгоритмы трассировки»**

Постановка задачи размещения, критерии оптимизации. Последовательные алгоритмы размещения по мультиграфу и гиперграфу схемы. Улучшение начального размещения итерационным алгоритмом парных перестановок по мультиграфу схемы. Итерационный алгоритм размещения по гиперграфу схемы. Трассировка проводного монтажа. Алгоритмы Краскала и Прима. Этапы трассировки. Определение порядка соединения и последовательность проведения соединений в каждом слое. Основные алгоритмы трассировки печатного монтажа. Распределение соединений по слоям многослойной печатной платы. Волновой и лучевой алгоритмы трассировки печатных плат приборов. Канальный алгоритм трассировки.

**Модуль 3 «Основные типы современных печатных плат приборов. Технология электромонтажных работ. Технологические методы обработки материалов применяемых при производстве приборов. Технология сборки и монтажа электронных модулей»**

Основные типы современных печатных плат приборов. Многослойные печатные платы (МПП) с послойным наращиванием рисунка. МПП с попарным прессования слоёв, МПП с металлизацией сквозных отверстий. Требования к печатным платам. Материалы монтажных оснований. Покрытия под пайку. Методы изготовления МПП. Этапы технологического процесса изготовления МПП полуаддитивным методом. Тенденции совершенствования конструкций и технологии печатных плат. Технология электромонтажных работ, основные режимы пайки. Материалы для монтажной пайки. Виды припоев. Групповые методы пайки. Основные виды флюсов. Назначение и основные виды сварок. Термокомпрессионная, лазерная, ультразвуковая и микроплазменная сварка. Не паяные методы неразъёмных соединений. Принципы не паяных соединений. Зажимное соединение сжатием (термипойнт). Соединение обжатием, эластичное соединение (зебра). Соединение проводящими пастами, соединение типа Press-Fit. Техника соединений на основе технологии Press-Fit. Технологические методы обработки материалов, применяемых при производстве компьютерных систем. Электрофизические и электрохимические методы обработки. Электронно-лучевые методы обработки. Лазерная обработка материалов. Ультразвуковая обработка. Химические и гальванические методы получения покрытий. Технология сборки и монтажа электронных модулей. Поверхностно монтируемые изделия (SMD-компоненты).

**Модуль 4 «Интегральные микросхемы. Технология полупроводниковых микросхем. Конструирование БИС и СБИС. Технология тонкопленочных гибридных интегральных микросхем. Технология монтажа и сборки микросхем. Разработка конструкторской документации при производстве приборов различного назначения. Инженерное обеспечение производства приборов»**

Интегральные микросхемы. Классификация микросхем по конструктивно-технологическому исполнению. Технология полупроводниковых интегральных микросхем. Конструктивно-технологические особенности биполярных микросхем. Основные этапы технологического процесса изготовления биполярных ИМС. Основные конструктивно-технологические варианты МОП микросхем. Базовый процесс технологический процесс получения МОП-микросхем. Совершенствование технологии в производстве ИС. Конструирование БИС и СБИС. Комбинированная БИ-МОП технология, технология БИС на арсениде галлия. Технология тонкопле-

ночных гибридных интегральных микросхем, их отличительные особенности. Методы получения тонких пленок и контроль их качества. Изготовление тонкопленочных структур с применением фотолитографии. Технология монтажа и сборки интегральных микросхем. Конструкции и материалы корпусов микросхем. Конструктивно-технологические варианты монтажа кристаллов. Автоматизация производства интегральных микросхем. Классификация типов сборок электронных компонентов на печатных платах. Маршруты сборки и монтажа. Последовательность сборки типа 1А, 1В, 1С, 2А, 2С, 2Д. Обеспечение теплового режима в конструкциях биотехнических систем. Тепловой баланс. Виды теплообмена в конструкциях приборов. Системы охлаждения и способы обеспечения нормального теплового режима. Виды работ при проектировании. Единая система конструкторской документации (ЕСКД), разработка конструкторской документации при производстве плат приборов различного назначения.

### 5.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом по дисциплине не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия

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> <b>Цель:</b> изучение математических моделей схем; математические модели монтажного пространства, печатная плата и модель её размещения; задача компоновки, основные алгоритмы компоновки электронных схем; изучение постановки задачи размещения, критерии оптимизации; трассировка печатного монтажа, распределение соединений по слоям МПП. Алгоритмы трассировки	1. Решение задачи покрытия схемы заданным набором элементов.	2
	2. Изучение итерационного алгоритма размещения по гиперграфу схемы.	1
	3. Изучение волнового алгоритма Ли для трассировки печатного монтажа.	2
	4. Изучение канального алгоритма трассировки электрических соединений.	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> изучение организации проектирования приборов различного назначения; техническая документация; изучение особенностей автоматизированного проектирования технической документации.	1. Этапы разработки электронной аппаратуры медицинского назначения.	2
	2. Единая система конструкторской документации.	2
	3. Единая система технологической документации, классификация технологических документов.	2
	4. Изучение автоматизированного проектирования схемной документации. Схемы соединений, схемы подключений, схемы расположения.	2
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> изучение программного комплекса автоматизированного проектирования современных печатных плат P-CAD.	1. Знакомство с интерфейсом и изучение принципов работы в среде P-CAD.	2
	2. Формирование электрической схемы с помощью библиотек P-CAD Schematic	2
	3. Создание библиотечных элементов в среде P-CAD.	1
	4. Построение принципиальной схемы устройства в P-CAD.	2

<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> Решение задач конструкторского проектирования медицинских приборов с использованием комплекса автоматизированного проектирования Dip Trace; расчет параметров конструкций, входящих в состав прибора.	1. Изучение состава САПР автоматизированного проектирования печатных плат Dip Trace.	2
	2. Разработка электронной схемы и посадочных мест компонентов на печатной плате прибора в среде Dip Trace.	2
	3. Разработка собственной библиотеки электронных компонентов в среде Dip Trace.	2
	4. Расчёт тепловых режимов и электромагнитной совместимости электронных компонентов на печатной плате прибора.	2

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

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

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

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

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, экзамену.

В рамках дисциплины выполняется 16 практических занятий, охватывающих модули 1-5. Практические работы защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную практическую работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех практических работ обязательно.

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

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

1. Григорьев, В.А. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат: учеб. пособие / В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд., доп. и перераб. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - 227 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0731-2: [б. ц.]. - (ID=105413-64)

2. Григорьев, В.А. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд., доп. и перераб. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0731-2: 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/105046>. - (ID=105046-1)

3. Гайнуллина, Н. Р. Проектирование гибридных интегральных микросхем: учебное пособие / Н. Р. Гайнуллина, Р. Ш. Загидуллин. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2022. - 156 с. - ISBN 978-5-7579-2617-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/366506> (дата обращения: 06.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=110980-0)

4. Технология микропроцессоров, автоматизация проектирования СБИС: учеб. пособие / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров, П.В. Быков. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 159 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0755-8: [б. ц.]. - (ID=107441-65)

5. Технология микропроцессоров, автоматизация проектирования СБИС: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров, П.В. Быков. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0755-8: 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/107244>. - (ID=107244-1)

6. Хетагуров, Я.А. Практические методы построения надежных цифровых систем. Проектирование, производство, эксплуатация: учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника": в составе учебно-методического комплекса / Я.А. Хетагуров. - Москва: Высшая школа, 2008. - 156 с. - (Для высших учебных заведений) (УМК-У). - Библиогр.: с. 156. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-06-005915-1: 189 р. 20 к. - (ID=76975-10)

7. Щепетов, А.Г. Основы проектирования приборов и систем: учебник и практикум для вузов / А.Г. Щепетов. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке.- Дата обращения: 07.07.2022.- ISBN 978-5-534-01039-8.- URL: <https://urait.ru/book/osnovy-proektirovaniya-priborov-i-sistem-489594>. - (ID=90331-0)

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

1. Выполнение разводки печатной платы в P-CAD 2006 Schematic / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ; сост.: В.А. Григорьев, В.В. Лебедев. - Тверь: ТвГТУ, 2008. - Сервер. - CD. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/71983>. - (ID=71983-2)

2. Овчинников, В.А. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат: учеб. пособие для вузов по напр. подготовки "Информатика и вычисл. техника" / В.А. Овчинников, А.Н. Васильев, В.В. Лебедев; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь: ТвГТУ, 2009. - 232 с.: ил. - Библиогр.: с. 231 - 232. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0428-1: 135 р. 20 к. - (ID=80640-107)

3. Построение принципиальной схемы устройства в P-CAD v.2006 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ; сост.: В.А. Григорьев, В.В. Лебедев. - Тверь: ТвГТУ, 2008. - Сервер. - CD.- Текст: электронный.- 0-00.- URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/71982>. - (ID=71982-2)

4. Белоус, А. И. Основы проектирования субмикронных микросхем / А. И. Белоус, Г. Я. Красников, В. А. Солодуха. - Москва: Техносфера, 2020. - 782 с. - ISBN 978-5-94836-603-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108024.html> (дата обращения: 06.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей. - (ID=159812-0)

5. Библиотека функциональных ячеек для проектирования полузаказных микросхем серий 5503 и 5507 / А. Н. Денисов, Ю. П. Фомин, В. В. Коняхин, Р. А. Федоров; под редакцией А. Н. Сауров. - Москва: Техносфера, 2012. - 304 с. - ISBN 978-5-94836-332-5.- Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/26891.html> (дата обращения: 06.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей. - (ID=159813-0)

6. Щепетов, А.Г. Основы проектирования приборов и систем. Задачи и упражнения. Mathcad для приборостроения: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям / А.Г. Щепетов. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022.- ISBN 978-5-534-03915-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/489757>. - (ID=136235-0)

### **7.3. Методические материалы**

1. Учебно-методический комплекс дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Основы конструирования и технологии приборостроения". Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение. Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии: ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. В.В. Лебедев. - 2024. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117734>. - (ID=117734-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины вариативной части Блока 1 "Основы конструирования и технологии приборостроения" направления подготовки 12.03.01 Приборостроение. Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. В.В. Лебедев. - 2017. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=132912-0)

3. Лебедев, В.В. Изучение канального алгоритма трассировки базовых матричных кристаллов: метод. указания к лаб. работе по курсу "Конструкторско-технол. обеспечение производства ЭВМ" для студентов направления 230100 Информатика и вычисл. техника / В.В. Лебедев, П.В. Быков; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/101432>. - (ID=101432-1)

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

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

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

### **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/117734>

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

Для проведения лекций по дисциплине используется презентационное оборудование (проектор, компьютер, экран или интерактивная доска, аудиоколонки).

Практические занятия проводятся в компьютерных классах с установленным программным обеспечением MS Windows (включая встроенные средства настройки и диагностики).

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

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

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 4 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Математические модели монтажного пространства, метрические и топологические параметры.
2. Построение матрицы расстояний, матрицы геометрии и матрицы смежности при переходе от объектов автоматизированного конструирования к их моделям.
3. Задача компоновки типовых элементов конструкций.
4. Компоновка как задача нелинейного целочисленного программирования.
5. Основные алгоритмы, используемые при компоновке.
6. Постановка задачи размещения, критерии оптимизации.
7. Улучшение начального размещения итерационным алгоритмом парных перестановок по мультиграфу схемы.
8. Итерационный алгоритм размещения по гиперграфу схемы.
9. Этапы трассировки, определение порядка соединения и последовательность проведения соединений в каждом слое.
10. Основные алгоритмы трассировки печатного монтажа.
11. Распределение соединений по слоям многослойной печатной платы.
12. Волновой и лучевой алгоритмы трассировки печатных плат приборов. Канальный алгоритм трассировки.
13. Основные типы современных печатных плат приборов.
14. Этапы технологического процесса изготовления многослойной печатной платы прибора.
15. Тенденции совершенствования конструкций и технологии печатных плат приборов различного назначения.
16. Технология электромонтажных работ, основные режимы пайки.
17. Не паяные методы неразъемных соединений, принципы непаяных соединений.
18. Соединение проводящими пастами, соединение типа Press-Fit.
19. Электрофизические и электрохимические методы обработки.
20. Технология сборки и монтажа электронных модулей.
21. Поверхностно монтируемые изделия (SMD-компоненты).
22. Классификация микросхем по конструктивно-технологическому исполнению.
23. Технология полупроводниковых интегральных микросхем.
24. Основные этапы технологического процесса изготовления биполярных ИМС.
25. Комбинированная БИ-МОП технология, технология БИС на арсениде галлия.
26. Технология монтажа и сборки интегральных микросхем.
27. Классификация типов сборок электронных компонентов на печатных платах, маршруты сборки и монтажа.
28. Последовательность сборки типа 1А,1В,1С, 2А, 2С, 2Д.
29. Обеспечение теплового режима в конструкциях приборов.
30. Виды работ при конструировании приборов различного назначения.
31. Единая система конструкторской документации (ЕСКД), разработка конструкторской документации при производстве печатных плат приборов.

Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;

верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

При ответе на вопросы экзамена допускается пользование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению практических работ в рамках данной дисциплины. Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

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

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

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

Учебным планом курсовая работа (курсовой проект) по дисциплине не предусмотрены.

## **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 учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, а также 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение  
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Основы конструирования и технологии приборостроения»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Классификация технологических документов на приборы различного назначения.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Рассчитать суммарную длину электрических связей, размещаемых на печатной плате. Исходить из того, что для печатной платы длина электрических связей является функцией количества и координат контактных площадок интегральных микросхем. Дано:  $\beta = 0,05$ ;  $L_x = 50$  мм;  $L_y = 90$  мм;  $n_{\text{выб}} = 128$ ;  $N_M = 7$ .**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Построить принципиальную схему электронного устройства в пакете P-CAD.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме балла 4;

«удовлетворительно» – при сумме балла 2;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_ В.В. Лебедев

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