

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Конструирование медицинских приборов»**

Направление подготовки бакалавров – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

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

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 20\_\_

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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Конструирование медицинских приборов» является формирование у студентов знаний принципов конструирования медицинской аппаратуры и формирование творческих навыков, необходимых для постановки и решения основных задач конструкторского проектирования биотехнических систем.

**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 медицинского назначения в сфере биотехнических систем и технологий;
- формирование умений и навыков автоматизированного конструирования современных приборов медицинского назначения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знание дисциплин «Физика», «Электроника», «Технологии программирования и алгоритмизации», «Узлы и элементы биотехнических систем», «Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий», «Методы обработки биомедицинских сигналов».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины используются студентами для конструирования приборов медицинского назначения в сфере биотехнических систем и технологий. Курс является одной из дисциплин, завершающих формирование специалистов.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ПК-2.** Способен проектировать и конструировать типовые системы, приборы, детали, узлы биотехнических систем и устройств медицинского назначения с использованием систем автоматизированного проектирования.

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-2.2.** *Проектирует детали, узлы биотехнических систем и устройств медицинского назначения с использованием средств автоматизации.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31. Место конструирования в общем процессе проектирования биотехнических систем; цели и общие принципы конструирования приборов.

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

33. Основные задачи конструкторского проектирования, методы и алгоритмы их решения.

**Уметь:**

У1. Решать основные задачи конструкторского проектирования с использованием современных методов;

У2. Выполнять расчеты параметров конструкций, входящих в состав прибора медицинского назначения;

У3. Рассчитывать тепловые режимы и электромагнитную совместимость электронных компонентов на печатных платах приборов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

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

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-2.3.** *Выполняет отдельные виды работ по разработке проектной документации на разрабатываемое изделие.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций****Знать:**

31. Организационные вопросы разработки медицинских приборов.

32. Виды работ при конструировании изделия медицинского назначения.

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

**Уметь:**

У1. Разрабатывать проектную и техническую документацию приборов медицинского назначения.

У2. Разрабатывать конструкторскую документацию по ЕСКД на изделия и приборы медицинского назначения.

У3. Оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Работы с программным комплексом автоматизированного проектирования электронной аппаратуры Dip Trace для разработки схемной и конструкторской документации на изделия медицинского назначения.

**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>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		<b>60</b>
В том числе:		
Лекции		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		30
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>48+36(экз.)</b>
В том числе:		
Курсовая работа		38
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: –подготовка к практическим занятиям		10
Контроль промежуточный и итоговый (балльно-рейтинговый, экзамен)		36 (экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>68</b>
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		38
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.	35	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>-</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 медицинского назначения. Технология электромонтажных работ. Технологические методы обработки материалов применяемых при производстве биотехнических систем. Технология сборки и монтажа электронных модулей.*

Основные типы современных печатных плат медицинских приборов. Много-слойные 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 полупроводниковым 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 биотехнических систем. Инженерное обеспечение производства изделий медицинского назначения.**

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 тонкопленочных 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 биотехнических систем. Системы охлаждения и способы обеспечения нормального теплового режима. Виды работ при проектировании. Единая система конструкторской документации (ЕСКД), разработка конструкторской документации при производстве плат приборов медицинского назначения.

### 5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия

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

Порядковый номер модуля. Цели практических работ.	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоем- кость в часах
<b>Модуль 1</b> Цель: 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> Цель: изучение организации проектирования электронной аппаратуры медицинского 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> Цель: 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> Цель: Решение задач конструкторского проектирования медицинских приборов с использованием комплекса автоматизированного проектирования Dip Trace; расчет параметров конструкций, входящих в состав прибора медицинского назначения.	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 и зачёту.

В рамках дисциплины выполняется 14 практических занятий, которые 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.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения.

## **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.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд.; доп. и перераб. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0731-2: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/105046>. - (ID=105046-1)

3. Поляков, В. И. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» / В. И. Поляков, Э. В. Стародубцев. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2011. – 80 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/71504.html>. - (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 / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров, П.В. Быков. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-

7995-0755-8: 0-00. - URL: <http://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)

### **7.2. 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: <http://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: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/71982>. - (ID=71982-2)

4. Латыев, С. М. Конструирование точных (оптических) приборов: учебное пособие / С. М. Латыев. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 560 с. – ISBN 978-5-8114-1734-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168785>. - (ID=110019-0)

### **7.3. Методические материалы**

1. 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: <http://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 "ТЕХНОМАТИВ". 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/105791>

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

Для обеспечения проведения лекций необходимо презентационное оборудование (проектор, компьютер, экран или интерактивная доска, аудиокolonки).

Для проведения практических занятий необходимы компьютерные классы 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», 3 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 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 7 или 8;

«хорошо» - при сумме баллов 5 или 6;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3 или 4;

«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 медицинских приборов.
14. Этапы технологического процесса изготовления многослойной печатной платы прибора.
15. Тенденции совершенствования конструкций и технологии печатных плат.
16. Технология электромонтажных работ, основные режимы пайки.
17. Не паяные методы неразъемных соединений, принципы не паяных 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 медицинского назначения.

30. Виды работ при конструировании медицинских приборов.

31. Единая система конструкторской документации (ЕСКД), разработка конструкторской документации при производстве печатных плат приборов медицинского назначения.

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 по дисциплине предусмотрена курсовая работа.

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Возможная тематика курсовых работ представлена в таблице 5.

Таблица 5. Темы курсовых работ

№ п/п	Модули	Возможная тематика курсовой работы
1	<b>Модуль 1</b>	Разработать программное обеспечение модуля покрытия электрической схемы прибора
2	<b>Модуль 1</b>	Разработать программное обеспечение модуля распределения соединений по слоям многослойной печатной платы прибора

		медицинского назначения
3	<b>Модуль 2</b>	Разработать программное обеспечение модуля размещения электрической схемы прибора
4	<b>Модуль 2</b>	Разработать программное обеспечение трассировки электрической схемы прибора в монтажной плоскости печатной платы
5	<b>Модуль 2</b>	Разработать программное обеспечение модуля трассировки базового матричного кристалла для прибора медицинского назначения

### 3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 6. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение. Описание алгоритма.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Общая часть. Методы изготовления многослойных печатных плат приборов.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Выбор метода изготовления проектируемой печатной платы прибора.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Специальная часть. Разработка программного обеспечения, распределения соединений по слоям многослойной печатной платы прибора медицинского назначения.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Выводы, библиографический список. Приложение (листинг программы).	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 9 до 10;

«хорошо» – при сумме баллов от 6 до 8;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 4 до 6;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 4.

4. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа. В этом документе приведены также основные справочные сведения.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- требования к срокам выполнения этапов работы и представления её окончательного варианта преподавателю содержатся в методических указаниях;

- проверку и оценку работы осуществляет преподаватель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки работы и ее оценку. Оценка представляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовых работ. Если

обучающийся не согласен с оценкой преподавателя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы преподаватель осуществляет систематическое консультирование. Общий объем пояснительной записки к курсовой работе составляет от 15 до 25 страниц машинописного текста формата А4.

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

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

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, а также всех видов самостоятельной работы.

В учебном процессе рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

#### **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 – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Конструирование медицинских приборов»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

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

Классификация технологических документов на приборы медицинского 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;  $n_{выс} = 128$ ;  $N_M = 7$ .

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

Построить принципиальную схему электронного устройства в пакете P-CAD.

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

В пакете P-CAD, выполнить разводку печатной платы в соответствии с принципиальной схемой электронного устройства.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 7 или 8;

«хорошо» – при сумме баллов 5 или 6;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3 или 4;

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

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

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