

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов  
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

САПР в электронике

(шифр, наименование дисциплины)

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

(код, наименование направления)

Промышленная электроника

(магистерская программа)

Квалификация

магистр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, очно-заочная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

В узком смысле под САПР понимается программный комплекс, предназначенный для уменьшения степени участия инженера-разработчика в проектировании и подготовке к производству электронного устройства. Систем проектирования существует достаточно много в любой сфере, связанной с созданием сложных технических объектов. Не является исключением и область электронной техники. Современные устройства невероятно сложны с точки зрения технической реализации и без использования компьютерных технологий процесс создания новых устройств занимал бы неоправданно много времени.

Дисциплина «САПР в электронике» призвана способствовать выработке у студентов передовых научно-технических воззрений, ориентации их на мировой уровень производительности труда, подготовке специалистов, которые должны обеспечить бездефектное проектирование, снижение материальных затрат, сокращение сроков проектирования.

Студенты направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», магистерская программа «Промышленная электроника» при изучении дисциплины «САПР в электронике» изучают:

- вопросы стандартизации процессов проектирования.
- структуры систем автоматизированного проектирования (САПР).
- постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач.
- выбор элементной базы, формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств.
- построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Управление библиотеками.
- имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем.
- современные пакеты сквозного проектирования, их состав и возможности.
- проведение анализа работы спроектированного устройства Программные средства автоматизации анализа.
- перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств.

*Цели дисциплины.* Целью данной дисциплины является формирование у студентов представлений о процессах проектирования и связи проектирования с математическим моделированием, ознакомление с возможностями автоматизации проектирования объектов электронной техники.

*Задачи изучения дисциплины:* изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в области САПР преобразовательной техники.

*Дисциплина нацелена на формирование*  
общепрофессиональных компетенций (ОПК-3, ОПК-4) выпускника.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – дисциплина входит в обязательную часть БЛОКА 1 основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «САПР электронных устройств и систем», «Основы конструирования и надежности электронных устройств», изученных в рамках предыдущего уровня образования, а также на базе дисциплин: «Математическое моделирование устройств и систем», «Современная элементная база промышленной электроники», «Компьютерные технологии в научных исследованиях», «Основы конструкторско-технологического проектирования и надежности электронных устройств».

В свою очередь, дисциплина «САПР в электронике» является основой для изучения следующих дисциплин: «Научный семинар», а также, приобретенные знания, могут быть использованы при прохождении учебной практики (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), производственных практик (научно-исследовательская работа, преддипломная практика), для подготовки к процедуре защиты и защиты ВКР (магистерской работы).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (24 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (120 ак.ч.).

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (12 ак.ч.), практические (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (160 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (170 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре для всех форм обучения.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «САПР в электронике» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

| Содержание компетенции   | Код компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--|-----------------|--|
| Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач        | ОПК-3           | <p>ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</p> <p>ОПК-3.2. Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</p> <p>ОПК-3.3. Владеет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий.</p> |
| Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач | ОПК-4           | <p>ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронных средств с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</p> <p>ОПК-4.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности</p> <p>ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами (САД) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники различного функционального назначения</p>  |

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, выполнение курсового проекта, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

| Вид учебной работы  | Очная форма обучения |                    |
|---|----------------------|--------------------|
|   | Всего ак.ч.          | ак.ч. по семестрам |
|   |                      | 3                  |
| <b>Аудиторная работа, в том числе:</b>                      | <b>60</b>            | <b>60</b>          |
| Лекции (Л)  | 36                   | 36                 |
| Практические занятия (ПЗ)                                   | 24                   | 24                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                    | -                    | -                  |
| Курсовая работа/курсовой проект                             | -                    | -                  |
| <b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b> | <b>120</b>           | <b>120</b>         |
| Подготовка к лекциям  | 9                    | 9                  |
| Подготовка к лабораторным работам                           | -                    | -                  |
| Подготовка к практическим занятиям                          | 24                   | 24                 |
| Выполнение курсовой работы / проекта                        | 36                   | 36                 |
| Расчетно-графическая работа (РГР)                           | -                    | -                  |
| Реферат (индивидуальное задание)                            | 6                    | 6                  |
| Домашнее задание  | -                    | -                  |
| Подготовка к контрольной работе                             | 3                    | 3                  |
| Аналитический информационный поиск                          | 18                   | 18                 |
| Работа в библиотеке   | 18                   | 18                 |
| Подготовка к экзамену                                       | 6                    | 6                  |
| Промежуточная аттестация – экзамен (Э), диф.зачет (ДЗ)      | Э (2)<br>ДЗ (2)      | Э(2)<br>ДЗ (2)     |
| Общая трудоемкость дисциплины: ак.ч.                        | <b>180</b>           | <b>180</b>         |
| <b>з.е.</b>   | <b>5</b>             | <b>5</b>           |

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3, дисциплина разбита на 9 тем:

– тема 1 (Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования. Понятия жизненного цикла изделия. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР);

– тема 2 (Организация процесса автоматизированного проектирования электронных устройств);

– тема 3 (Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования);

– тема 4 (Библиотечные подсистемы САПР, структура и использование);

– тема 5 (Программные комплексы для проектирования и анализа схем электронных устройств);

– тема 6 (Программные комплексы для проектирования печатных плат);

– тема 7 (Системы сквозного проектирования радиоэлектронных устройств);

– тема 8 (Оценка результатов проектирования с учетом конструкции печатной платы.);

– тема 9 (Обеспечение режимов работы электронного устройства на этапе проектирования. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведены в таблицах 3, 4, 5 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
| 1     | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования. Понятия жизненного цикла изделия. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования с учетом понятий жизненного цикла изделия. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). Модульный принцип проектирования. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла | 4                    | Разработка принципиальной электрической схемы (освоение графического редактора Schematic САПР DipTrace).  | 2                    | —                         | —                    |
| 2     | Организация процесса автоматизированного проектирования электронных устройств  | Цели и задачи проектирования. Формирование технического задания для научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов. Группы требований к проекту. Постановка задач для автоматизированного  | 4                    | Разработка принципиальной электрической схемы. Создание библиотечных элементов (получение навыков создания библиотечных элементов и принципиальных схем). | 4                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5  | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |  | проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач  |                      |  |                      |                           |                      |
| 3     | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, обеспечение формирования библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств | 4                    | Разработка принципиальной электрической схемы велоспидометра. Верификация принципиальной электрической схемы (проверка правильности выполнения правил электрических соединений). | 4                    | —                         | —                    |
| 4     | Библиотечные подсистемы САПР, структура и использование  | Устройство библиотечной подсистемы САПР. Построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Способы пополнения библиотек проекта. Назначение полей таблиц компоновки компонентов и   | 4                    | Разработка принципиальной электрической схемы. Оформление документации по принципиальной электрической схеме в САПР DipTrace.  | 4                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3   | 4                    | 5  | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |  | их редактирование. Синхронизация библиотек при групповой работе   |                      |  |                      |                           |                      |
| 5     | Программные комплексы для проектирования и анализа схем электронных устройств. | Подготовка среды проектирования для выполнения проекта. Примеры современных САПР для разработки электронных устройств. Анализ и имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем. Организация моделирования на основе Spice, VHDL и XML описаний. Структура листинга Pspice, назначение атрибутов, параметров, опций. Модели и макромодели. | 4                    | Генерация списка соединений принципиальной электрической схемы.  | 2                    | —                         | —                    |
| 6     | Программные комплексы для проектирования печатных плат                         | Печатные платы. Технологические и конструктивные требования. Постановка задач и организация проектирования печатных плат. Автоматизация проектирования печатных плат. Средства автоматизации  | 4                    | Разработка топологии печатных плат (размещение компонентов на печатной плате с минимальной длиной связей). | 2                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|---|--|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2   | 3  | 4                    | 5  | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |   | размещения и трассировки. Подготовка изготовления печатной платы в САД, передача проекта печатной платы для промышленного производства   |                      |  |                      |                           |                      |
| 7     | Системы сквозного проектирования радиоэлектронных устройств           | Понятия сквозного проектирования. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании электронных устройств. Современные пакеты сквозного проектирования, их состав и возможности, организация процесса сквозного проектирования в рабочих группах. Состав и требования к подготовке комплектов проектной документации. | 4                    | Автотрассировка печатной платы                                     | 2                    | —                         | —                    |
| 8     | Оценка результатов проектирования с учетом конструкции печатной платы | Технологическая подготовка проекта печатной платы. Проведение анализа работы спроектированного устройства Программные средства автоматизации анализа.  | 4                    | Оформление документации по результатам трассировки печатной платы. | 2                    | —                         | —                    |

| № п/п                  | Наименование темы (раздела) дисциплины                                     | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий                                   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|------------------------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                      | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
|                        |  | Предтопологический и посттопологический анализ электронных устройств. Средства электромагнитного анализа и их использование при проектировании СВЧ и импульсных устройств. Критерии оценки результатов проектирования электронного устройства  |                      |   |                      |                           |                      |
| 9                      | Обеспечение режимов работы электронного устройства на этапе проектирования | Обеспечение тепловых режимов работы РЭА. Расчет и моделирование теплового режима работы электронных устройств. Оценка параметров надежности, методы обеспечения надежной работы электронных устройств на этапе проектирования. Требования ЭМС и их учет при проведении проектирования электронных устройств. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств | 4                    | Вывод на печать результатов проектирования в САПР DipTrace. | 2                    | —                         | —                    |
| Всего аудиторных часов |  |  | 36                   |   | 24                   |                           |                      |

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
| 1     | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования. Понятия жизненного цикла изделия. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования с учетом понятий жизненного цикла изделия. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). Модульный принцип проектирования. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла | 1                    | Разработка принципиальной электрической схемы (освоение графического редактора Schematic САПР DipTrace).  | 2                    | —                         | —                    |
| 2     | Организация процесса автоматизированного проектирования электронных устройств  | Цели и задачи проектирования. Формирование технического задания для научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов. Группы требований к проекту. Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств   | 1                    | Разработка принципиальной электрической схемы. Создание библиотечных элементов (получение навыков создания библиотечных элементов и принципиальных схем). | 2                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |  | промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач   |                      |   |                      |                           |                      |
| 3     | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, обеспечение формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств | 1                    | Разработка принципиальной электрической схемы. Верификация принципиальной электрической схемы (проверка правильности выполнения правил электрических соединений). | 2                    | —                         | —                    |
| 4     | Библиотечные подсистемы САПР, структура и использование  | Устройство библиотечной подсистемы САПР. Построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Способы пополнения библиотек проекта. Назначение полей таблиц компоновки компонентов и их редактирование. Синхронизация библиотек при групповой работе                       | 1                    | —   | —                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3   | 4                    | 5  | 6                    | 7                         | 8                    |
| 5     | Программные комплексы для проектирования и анализа схем электронных устройств. | Подготовка среды проектирования для выполнения проекта. Примеры современных САПР для разработки электронных устройств. Анализ и имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем. Организация моделирования на основе Spice, VHDL и XML описаний. Структура листинга Pspice, назначение атрибутов, параметров, опций. Модели и макромодели. | 1                    | —  | —                    | —                         | —                    |
| 6     | Программные комплексы для проектирования печатных плат                         | Печатные платы. Технологические и конструктивные требования. Постановка задач и организация проектирования печатных плат. Автоматизация проектирования печатных плат. Средства автоматизации размещения и трассировки. Подготовка изготовления печатной платы в САД, передача проекта печатной платы  | 1                    | Разработка топологии печатных плат (размещение компонентов на печатной плате с минимальной длиной связей). | 1                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий      | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|---|--|----------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2   | 3  | 4                    | 5                              | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |   | для промышленного производства   |                      |                                |                      |                           |                      |
| 7     | Системы сквозного проектирования радио-электронных устройств          | Понятия сквозного проектирования. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании электронных устройств. Современные пакеты сквозного проектирования, их состав и возможности, организация процесса сквозного проектирования в рабочих группах. Состав и требования к подготовке комплектов проектной документации. | 2                    | Автотрассировка печатной платы | 1                    | —                         | —                    |
| 8     | Оценка результатов проектирования с учетом конструкции печатной платы | Технологическая подготовка проекта печатной платы. Проведение анализа работы спроектированного устройства Программные средства автоматизации анализа. Предположительный и посттопологический анализ электронных устройств. Средства электромагнитного анализа и их использование при   | 2                    | —                              | —                    | —                         | —                    |

| № п/п                  | Наименование темы (раздела) дисциплины                                     | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|------------------------|--|--|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                      | 2  | 3  | 4                    | 5                         | 6                    | 7                         | 8                    |
|                        |  | проектировании СВЧ и импульсных устройств. Критерии оценки результатов проектирования электронного устройства  |                      |                           |                      |                           |                      |
| 9                      | Обеспечение режимов работы электронного устройства на этапе проектирования | Обеспечение тепловых режимов работы РЭА. Расчет и моделирование теплового режима работы электронных устройств. Оценка параметров надежности, методы обеспечения надежной работы электронных устройств на этапе проектирования. Требования ЭМС и их учет при проведении проектирования электронных устройств. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств | 2                    | —                         | —                    | —                         | —                    |
| Всего аудиторных часов |  |  | 12                   |                           | 8                    |                           |                      |

Таблица 5 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
| 1     | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования. Понятия жизненного цикла изделия. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). | Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования с учетом понятий жизненного цикла изделия. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). Модульный принцип проектирования. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла | 0,5                  | Разработка принципиальной электрической схемы (освоение графического редактора Schematic САПР DipTrace).  | 1                    | —                         | —                    |
| 2     | Организация процесса автоматизированного проектирования электронных устройств  | Цели и задачи проектирования. Формирование технического задания для научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов. Группы требований к проекту. Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств   | 0,5                  | Разработка принципиальной электрической схемы. Создание библиотечных элементов (получение навыков создания библиотечных элементов и принципиальных схем). | 1                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3  | 4                    | 5   | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |  | промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач   |                      |   |                      |                           |                      |
| 3     | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. | Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, обеспечение формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств | 0,5                  | Разработка принципиальной электрической схемы. Верификация принципиальной электрической схемы (проверка правильности выполнения правил электрических соединений). | 1                    | —                         | —                    |
| 4     | Библиотечные подсистемы САПР, структура и использование  | Устройство библиотечной подсистемы САПР. Построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Способы пополнения библиотек проекта. Назначение полей таблиц компоновки компонентов и их редактирование. Синхронизация библиотек при групповой работе                       | 0,5                  | —   | —                    | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Содержание лекционных занятий   | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|--|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2  | 3   | 4                    | 5  | 6                    | 7                         | 8                    |
| 5     | Программные комплексы для проектирования и анализа схем электронных устройств. | Подготовка среды проектирования для выполнения проекта. Примеры современных САПР для разработки электронных устройств. Анализ и имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем. Организация моделирования на основе Spice, VHDL и XML описаний. Структура листинга Pspice, назначение атрибутов, параметров, опций. Модели и макромодели. | 0,5                  | —  | —                    | —                         | —                    |
| 6     | Программные комплексы для проектирования печатных плат                         | Печатные платы. Технологические и конструктивные требования. Постановка задач и организация проектирования печатных плат. Автоматизация проектирования печатных плат. Средства автоматизации размещения и трассировки. Подготовка изготовления печатной платы в CAD, передача проекта печатной платы  | 0,5                  | Разработка топологии печатных плат (размещение компонентов на печатной плате с минимальной длиной связей). | 0,5                  | —                         | —                    |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий      | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|---|--|----------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | 2   | 3  | 4                    | 5                              | 6                    | 7                         | 8                    |
|       |   | для промышленного производства   |                      |                                |                      |                           |                      |
| 7     | Системы сквозного проектирования радио-электронных устройств          | Понятия сквозного проектирования. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании электронных устройств. Современные пакеты сквозного проектирования, их состав и возможности, организация процесса сквозного проектирования в рабочих группах. Состав и требования к подготовке комплектов проектной документации. | 1                    | Автотрассировка печатной платы | 0,5                  | —                         | —                    |
| 8     | Оценка результатов проектирования с учетом конструкции печатной платы | Технологическая подготовка проекта печатной платы. Проведение анализа работы спроектированного устройства Программные средства автоматизации анализа. Предположительный и посттопологический анализ электронных устройств. Средства электромагнитного анализа и их использование при   | 1                    | —                              | —                    | —                         | —                    |

| № п/п                  | Наименование темы (раздела) дисциплины                                     | Содержание лекционных занятий  | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|------------------------|--|--|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                      | 2  | 3  | 4                    | 5                         | 6                    | 7                         | 8                    |
|                        |  | проектировании СВЧ и импульсных устройств. Критерии оценки результатов проектирования электронного устройства  |                      |                           |                      |                           |                      |
| 9                      | Обеспечение режимов работы электронного устройства на этапе проектирования | Обеспечение тепловых режимов работы РЭА. Расчет и моделирование теплового режима работы электронных устройств. Оценка параметров надежности, методы обеспечения надежной работы электронных устройств на этапе проектирования. Требования ЭМС и их учет при проведении проектирования электронных устройств. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств | 1                    | —                         | —                    | —                         | —                    |
| Всего аудиторных часов |  |  | 6                    |                           | 4                    |                           |                      |

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://dontu.ru/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

| Код и наименование компетенции | Способ оценивания                 | Оценочное средство  |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| ОПК-3, ОПК-4                   | Экзамен, дифференцированный зачет | Комплект контролирующих материалов для экзамена, дифференцированного зачета |

Критерии оценки знаний студентов.

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестирование или устный опрос на коллоквиумах – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за все лабораторные работы. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Промежуточный экзамен по дисциплине «САПР в электронике» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже.

Экзаменационные билеты, содержащие два вопроса, составляется таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 50 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

В структуру ФОС в форме курсового проекта входят: методические указания, содержащие требования по выполнению курсовой работы, критерии оценивания, перечень необходимых литературных источников и электронных ресурсов.

При оценке уровня выполнения курсового проекта, в соответствии с поставленными целями, проверяются следующие знания, умения и навыки:

- знание компонентов дисциплины, использованных при выполнении курсового проекта;
- умение: работать с научной и энциклопедической литературой, справочниками и электронными ресурсами; накапливать и группировать

материал; последовательно и грамотно излагать мысли и оформлять выводы; придерживаться формы научного исследования;

- владение современными средствами компьютерных технологий;
- способность самостоятельно создать содержательную презентацию по теме подготовленной курсовой работы.

Следовательно, курсовые проекты, как компонент фонда оценочных средств по дисциплине «САПР в электронике», позволяют оценить формирование у студентов знаниевую составляющую, определенные экспериментальные умения и ведение информационного поиска, навыки исследовательской деятельности, самостоятельной работы и опыта публичных выступлений.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен |
|---|--|
| 0-59  | Не зачтено/неудовлетворительно             |
| 60-73   | Зачтено/удовлетворительно                  |
| 74-89   | Зачтено/хорошо                             |
| 90-100  | Зачтено/отлично                            |

### 6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют проработку лекционного материала.

### 6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Выполнить подробное описание алгоритма исследования функционального устройства и способов его реализации в САПР.

Таблица 7 – Варианты задания

| № вар. | Задание  |
|--------|--|
| 1, 11  | Исследование узла ЭС путем многовариантного анализа заданного вида.  |
| 2, 12  | Анализ влияния параметров конструкции ЭС на нарушения целостности сигналов для проекта ЭС с помощью программы Signal Integrity.  |
| 3, 13  | Разработка 3D-модели ячейки ЭС и конвертация ее в САПР SolidWorks.   |
| 4, 14  | Разработка и проверка библиотеки элементов для заданной отечественной серии ИС.  |
| 5, 15  | Порядок выполнения схемотехнического моделирования во временной области простейшего аналогового узла ЭС (например дифференцирующая или интегрирующая цепочка по указанию преподавателя). |
| 6, 16  | Порядок выполнения цифрового моделирование заданного преподавателем узла ЭС (например сумматора, счетчика, дешифратора и т.д.).  |

|        |  |
|--------|--|
| 7, 17  | Провести сравнительное исследование двух заданных программ анализа целостности сигналов.             |
| 8, 18  | Провести сравнительное исследование симуляторов, которые содержат две заданные САПР ЭС.              |
| 9, 19  | По литературным источникам провести сравнительный анализ наиболее известных систем моделирования ЭС. |
| 10, 20 | По литературным источникам провести сравнительный анализ наиболее известных САПР ЭС.                 |

#### **6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

Примеры тестовых заданий коллоквиумов:

1. Как расшифровывается аббревиатура САПР?
  - а) система автоматизированного производства;
  - б) система автоматизированного проектирования;
  - в) системный анализ производства.
2. Под проектированием понимается:
  - а) процесс преобразования исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчётного и конструктивного характера;
  - б) процесс выпуска новой продукции на рынок;
  - в) процесс испытания и проведение выходного контроля выпускаемой продукции.
3. На какой стадии проектирования РЭС необходимо проведение научно-исследовательских работ?
  - а) предварительное проектирование
  - б) эскизное проектирование
  - в) техническое проектирование
4. На какой стадии проектирования РЭС создается экспериментальный образец проектируемого изделия?
  - а) предварительное проектирование
  - б) эскизное проектирование
  - в) техническое проектирование
5. На каком этапе проектирования РЭС необходимо решение задачи оптимизации проводных и печатных соединений?
  - а) системотехническое проектирование
  - б) функциональное проектирование
  - в) конструкторское проектирование
  - г) технологическая подготовка производства
6. На каком этапе проектирования РЭС осуществляется выбор элементной базы и электрической схемы проектируемого изделия?
  - а) системотехническое проектирование

- б) функциональное проектирование
- в) конструкторское проектирование
- г) технологическая подготовка производства

7. На каком этапе проектирования РЭС определяются принципы ее работы?

- а) системотехническое проектирование
- б) функциональное проектирование
- в) конструкторское проектирование
- г) технологическая подготовка производства

8. На какой стадии выдается окончательная конструкторская документация при проектировании РЭС?

- а) техническое задание на проектируемый объект
- б) научно-исследовательская работа
- в) эскизный проект
- г) технический проект
- д) рабочий проект
- е) технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости)

9. В результате проведения научно-исследовательских работ создана документация для решения задачи трассировки. К какой системе относится полученная документация?

- а) САЕ-система (функциональное проектирование)
- б) САД-система (конструкторское проектирование)
- в) АМ-система (технологическая подготовка производства)
- г) PDM-система (управление проектными данными)
- д) SCM-система (управление цепочками поставок)

10. Разработана документация для проектирования технологического маршрута. К какой системе относится полученная документация?

- а) САЕ-система (функциональное проектирование)
- б) САД-система (конструкторское проектирование)
- в) САМ-система (технологическая подготовка производства)
- г) PDM-система (управление проектными данными)
- д) SCM-система (управление цепочками поставок)

11. Для чего предназначен пакет PCB LayoutDipTrace?

- а) позволяет создать или экспортировать очертания платы, разместить компоненты, задать правила проектирования, трассировать вручную или с помощью автотрассировщика;
- б) дает возможность разместить компоненты, объединить их в схему, проверить правильность соединений;
- в) предназначен для создания новой или дополнения существующей библиотеки компонентов, которая имеет расширение **.eli**;
- г) предназначен для создания новой или дополнения существующей библиотеки корпусов, которая имеет расширение **.lib**.

12. САПР DipTrace включает в себя программы:

- а) Schematic, - PCB Layout, - ComEdit, - SchemEdit
- б) Schematic, PCB Layout, ComEdit, Lightshot
- в) Schematic, PCB Layout, SchemEdit, AutoCAD
- г) ARCHICAD, PCB Layout, SchemEdit, AutoCAD

13. Программа Schematic в составе DipTrace предназначена для:

- а) разработки принципиальных схем;
- б) разводки плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) редактора корпусов;
- г) редактора компонентов.

14. Программа PCBLayout в составе DipTrace предназначена для:

- а) разработки принципиальных схем;
- б) разводки плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) редактора корпусов;
- г) редактора компонентов.

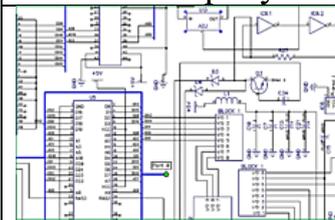
15. Программа ComEdit в составе DipTrace предназначена для:

- а) разработки принципиальных схем;
- б) разводки плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) редактора корпусов;
- г) редактора компонентов.

16) Программа SchemEdit в составе DipTrace предназначена для:

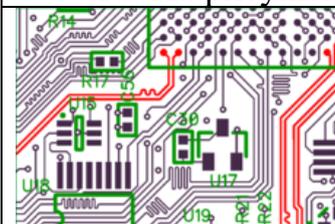
- а) разработки принципиальных схем;
- б) разводки плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) редактора корпусов;
- г) редактора компонентов.

17. На рисунке изображено окно:



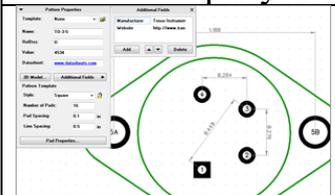
- а) Schematic разработка принципиальных схем;
- б) PCBLayout - разводка плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) ComEdit - редактор корпусов;
- г) SchemEdit- редактор компонентов

18. На рисунке изображено окно:

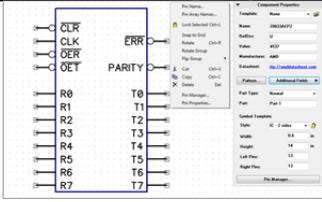


- а) Schematic разработка принципиальных схем;
- б) PCBLayout - разводка плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) ComEdit - редактор корпусов;
- г) SchemEdit- редактор компонентов

19. На рисунке изображено окно:



- а) Schematic разработка принципиальных схем;
- б) PCBLayout - разводка плат, ручная и автоматическая трассировка;
- в) ComEdit - редактор корпусов;
- г) SchemEdit- редактор компонентов

|   |  |
|---|--|
| <b>20. На рисунке изображено окно:</b>  |  |
|  | a) Schematic разработка принципиальных схем;                       |
|   | б) PCBLayout - разводка плат, ручная и автоматическая трассировка; |
|   | в) ComEdit - редактор корпусов;                                    |
|   | г) SchemEdit- редактор компонентов                                 |

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовому коллоквиуму)

1) Перечислите этапы проектирования. Что такое жизненный цикл изделия?

2) Какие вам известны структуры систем автоматизированного проектирования (САПР)?

3) Как формируются технологические требования к процессу проектирования, как части единого производственного цикла?

4) Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Каким образом осуществляется выбор программ для решения проектных задач?

5) Перечислите известные Вам программы схемотехнического проектирования и методы автоматизации схемотехнического проектирования.

6) Дайте краткий обзор пакетов САПР электронных устройств.

7) Каково назначение, возможности и функционирование пакета DipTrace?

8) Каково назначение, возможности и функционирование пакета KiCAD?

9) Опишите основное меню пакета DipTrace. Каково назначение основных программ пакета и их взаимосвязь?

10) Опишите основное меню пакета KiCAD. Каково назначение основных программ пакета и их взаимосвязь?

11) Графический редактор схем. Схемный режим: меню команд, структура слоев. Процесс создания электрической принципиальной схемы, информационное содержание файла базы данных схемы, редактирование схемы в пакете DipTrace.

12) Что представляет собой графический редактор схем?

13) Опишите схемный режим: меню команд, структура слоев.

14) Опишите процесс создания электрической принципиальной схемы. Каково информационное содержание файла базы данных схемы?

15) Каким образом происходит редактирование схемы в пакете KiCAD?

16) Что представляет собой графический редактор схем? Как производится проверка схемы?

17) Опишите процесс создания схем с иерархией.

18) Что представляет собой администратор библиотек? Программа работы с библиотеками. Каково назначение и возможности редактора компонентов?

19) Упаковка электрической схемы для создания печатной платы. В чем заключается проблема соответствия символов и конструктивов компонентов?

20) Проектирование и производство печатных плат: приведите основные понятия, типы печатных плат, классы точности печатных плат, опишите технологию печатного монтажа.

21) Опишите процесс создания конструктива компонента: информационное содержание файла конструктива, основные шаги при создании конструктивов, особенность конструктивов с планарными выводами.

22) Опишите создание конструктива печатной платы: размеры платы, понятие контура платы.

23) Размещение конструктива на поле печатной платы: автоматическое и ручное размещение.

24) Какие команды, используются при размещении? Что такое буферы для размещения? Что такое буферы для трассировки?

25) Что такое трассировка печатной платы? Как производится автоматическая трассировка?

26) Программа автоматической трассировки: возможности автоматической трассировки, алгоритмы трассировки, создание стратегии трассировки, основные пункты меню стратегии.

27) Как производится проверка платы на соответствие правилам проектирования?

28) Опишите правила оформления документации, комплектность конструкторских документов. Какие существуют требования к оформлению чертежей печатных плат?

29) Как производится подготовка схемы к выводу на печать, создание файла печати?

30) Как производится преобразование базы данных печатной платы для получения файлов чертежа, простановка размеров? Как решается проблема русификации?

### **6.6 Примерная тематика курсовых проектов**

1) С применением программного обеспечения P1 Expert в соответствии с вариантом задания спроектировать электрическую схему источника питания для светодиодного источника освещения.

2) В среде САПР DipTrace, в соответствии с разработанной схемой, спроектировать печатную плату источника питания для светодиодного источника освещения.

Варианты задания приведены в Таблице 8.

Таблица 8 – Варианты задания на курсовой проект

| № в. | $\Delta U_C$ (%) | $P_H$ (Вт) | $P_{VD}$ (Вт) | $\Delta U_H$ (%) | Тип ОС | Гальваническая развязка | Количество слоев |
|------|------------------|------------|---------------|------------------|--------|-------------------------|------------------|
| 1    | -15..+10         | 5          | 0.3           | 1                | 1      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 2    | -20..+15         | 10         | 0.5           | 5                | 2      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 3    | -25..+20         | 15         | 1.0           | 10               | 3      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 4    | -15..+10         | 20         | 0.3           | 15               | 4      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 5    | -20..+15         | 25         | 0.5           | 20               | 1      | НЕТ                     | 2                |
| 6    | -25..+20         | 5          | 1.0           | 1                | 2      | НЕТ                     | 2                |
| 7    | -15..+10         | 10         | 0.3           | 5                | 3      | НЕТ                     | 2                |
| 8    | -20..+15         | 15         | 0.5           | 10               | 4      | НЕТ                     | 2                |
| 9    | -25..+20         | 20         | 1.0           | 15               | 1      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 10   | -15..+10         | 25         | 0.3           | 20               | 2      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 11   | -20..+15         | 5          | 0.5           | 1                | 3      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 12   | -25..+20         | 10         | 1.0           | 5                | 4      | ЕСТЬ                    | 2                |
| 13   | -15..+10         | 15         | 0.3           | 10               | 1      | НЕТ                     | 1                |
| 14   | -20..+15         | 20         | 0.5           | 15               | 2      | НЕТ                     | 1                |
| 15   | -25..+20         | 25         | 1.0           | 20               | 3      | НЕТ                     | 1                |
| 16   | -15..+10         | 5          | 0.3           | 1                | 4      | НЕТ                     | 1                |
| 17   | -20..+15         | 10         | 0.5           | 5                | 1      | ЕСТЬ                    | 1                |
| 18   | -25..+20         | 15         | 1.0           | 10               | 2      | ЕСТЬ                    | 1                |
| 19   | -15..+10         | 20         | 0.3           | 15               | 3      | ЕСТЬ                    | 1                |
| 20   | -20..+15         | 25         | 0.5           | 20               | 4      | ЕСТЬ                    | 1                |
| 21   | -25..+20         | 5          | 1.0           | 1                | 1      | НЕТ                     | 1                |
| 22   | -15..+10         | 10         | 0.3           | 5                | 2      | НЕТ                     | 1                |
| 23   | -20..+15         | 15         | 0.5           | 10               | 3      | НЕТ                     | 1                |
| 24   | -25..+20         | 20         | 1.0           | 15               | 4      | НЕТ                     | 1                |
| 25   | -15..+10         | 25         | 0.3           | 20               | 1      | ЕСТЬ                    | 2                |

Напряжение питающей сети  $U_C=220$  В;

Частота питающей сети  $F_C=50$  Гц;

Исполнение – «Adapt.»;

Частота высокочастотного преобразования  $F_{ПР}=132$  кГц.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Павлов, Д. Д. Компьютерное проектирование электронных схем и узлов: учеб. пособие к выполнению курсового проекта / Д. Д. Павлов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. – 98 с – URL: <https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/10898/1/02566.pdf> (дата обращения: 30.08.2024).

#### *Дополнительная литература*

1. Системы автоматизированного проектирования электронных устройств и систем (E-CAD/EDA-системы): учебное пособие / Под ред. Ю.В. Петрова; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2015. – 64 с. – URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VLKIM/Academic\\_activity/Tab1/CAPR\\_BGTU.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VLKIM/Academic_activity/Tab1/CAPR_BGTU.pdf) (дата обращения: 30.08.2024).

2. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР [Текст] : Учеб. для вузов по спец. "Конструирование и технология радиоэлектрон. средств", "Конструирование и технология электрон. вычисл. средств" / В.М.Курейчик. - М. : Радио и связь, 1990. - 352 с. : ил. – URL: <https://libcats.org/book/1471292> (дата обращения: 30.08.2024).

### 7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов   | Адрес (местоположение) учебных кабинетов |
|--|--|
| <p>Специальные помещения:<br/> <i>Мультимедийная лекционная аудитория (48 посадочных мест)</i><br/>           Проектор EPSON EMP-X5 (1 шт.); Домашний кинотеатр НТ-475 (1 шт.); персональный компьютер, локальная сеть с выходом в Internet</p>  | <p>ауд. <u>206</u> корп. <u>3</u></p>    |
| <p>Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы:<br/> <i>Компьютерный класс (11 посадочных мест)</i> для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС, доской маркерной магнитной</p> | <p>ауд. <u>207</u> корп. <u>3</u></p>    |

Лист согласования РПД

Разработали:

Доцент кафедры  
электроники и радиофизики  
(должность)

  
(подпись)

А.М. Афанасьев  
Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
электроники и радиофизики

  
(подпись)

А.М. Афанасьев  
Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
электроники и радиофизики

от 30.08.2024 г.

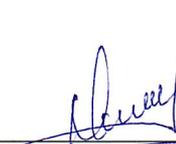
И.о. декана факультета  
информационных технологий и  
автоматизации производственных  
процессов

  
(подпись)

В.В. Дьячкова  
Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии  
по направлению подготовки 11.04.04  
Электроника и наноэлектроника  
(магистерская программа  
«Промышленная электроника»)

  
(подпись)

А.М. Афанасьев  
Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись)

О.А. Коваленко  
Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений |                           |
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:  | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание:  |                           |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений                              |                           |