



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова

« 30 » мая \_\_\_\_\_ 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.23 Основы сквозного проектирования в электронике

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Промышленная электроника	доцент, канд. техн. наук, доцент	Иванов Дмитрий Алексеевич

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Промышленная электроника»	12.05.2023	18	_____ зав. каф. ПЭ, д.ф.-м.н., профессор Голенищев-Кутузов А.В.
Согласована	Выпускающая кафедра «Промышленная электроника»	12.05.2023	18	_____ зав. каф. ПЭ, д.ф.-м.н., профессор Голенищев-Кутузов А.В.
Согласована	Выпускающая кафедра «Материаловедение и технологии материалов»	17.05.2023	10	_____ Зав.каф., д.х.н., доц. Давлетбаев Р. С.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	8	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Основы сквозного проектирования в электронике» является получение знаний в области разработки и проектирования электронной техники с использованием систем автоматизированного проектирования

Задачами дисциплины являются:

- освоение системы автоматизированного проектирования электронных изделий;
- освоение методов математического моделирования электронных компонентов;
- приобретение знаний и навыков автоматизированного проектирования электронных средств и оформления графической конструкторской документации;
- приобретение знаний и навыков разработки печатных плат.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули):

- Б1.О.04.04 Основы проектной деятельности;
- Б1.О.11 Информационно-цифровые технологии;
- Б1.О.15 Инженерное проектирование;
- Б1.О.16 Физические основы электроники;
- Б1.О.19 Схемотехника;
- Б2.О.01(У) Учебная практика (ознакомительная).

Последующие дисциплины (модули):

- Б1.В.ДЭ.02.01 Промышленная электроника

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			6
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	58	58
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,28	46	46
Лекции	0,5	16	16
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,83	30	30
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,72	62	62
Проработка учебного материала	0,72	26	26
Курсовой проект		-	-
Курсовая работа		-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Концепция проектирования электронных средств	20	4	8	-	8	ТК1	ОПК-2.3 З, ОПК-4.2 З, ОПК-4.2 В
Раздел 2. Автоматизация схемотехнического проектирования	26	6	12	-	8	ТК2	ОПК-2.3 У, ОПК-2.3 В, ОПК-4.2 У, ОПК-4.2 В
Раздел 3. Программные средства разработки электронных схем	26	6	10	-	10	ТК3	ОПК-2.3 З, ОПК-2.3 У, ОПК-2.3 В, ОПК-4.2 З, ОПК-4.2 У, ОПК-4.2 В
Экзамен	36				36	ОМ	ОПК-2.3 З, ОПК-2.3 У, ОПК-2.3 В, ОПК-4.2 З, ОПК-4.2 У, ОПК-4.2 В
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>62</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>62</b>		

#### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Концепция проектирования электронных средств.

Тема 1.1. Классификация объектов и видов проектирования в электронике  
*Рассматриваются классификация электронных средств и их элементов, виды и стадии проектирования в электронике.*

Тема 1.2. Подэтапы схемотехнического проектирования в электронике.  
*Рассматриваются последовательно выполняемые этапы схемотехнического проектирования в электронике – синтез, анализ, параметрическая оптимизация схемы.*

Тема 1.3. Иерархия конструкторского проектирования в электронике.  
*Рассматриваются конструктивно-технологические уровни электронных изделий.*

Тема 1.4. Методы решения задач современного синтеза электронных средств.  
*Рассматривается системный подход к синтезу электронных средств на основе различных вариантов синтеза.*

Тема 1.5. Автоматизация жизненного цикла электронных изделий.  
*Рассматриваются основные этапы жизненного цикла электронных изделий и системы их автоматизации.*

## Раздел 2. Автоматизация схемотехнического проектирования

Тема 2.1. Задачи автоматизированного схемотехнического проектирования

*Рассматриваются задача синтеза электронной схемы, синтез линейных и логических устройств, задача анализа электронной схемы. Современные проблемы автоматизации схемотехнического проектирования цифровых схем.*

Тема 2.2. Требования к математическим моделям и методам решения задач схемотехнического проектирования

*Рассматриваются экспериментальные и расчетные методы решения задач схемотехнического проектирования.*

## Раздел 3. Разработка и моделирование элементов электронных схем

Тема 3.1. Элементы схем замещения.

*Рассматриваются независимые и зависимые источники тока и напряжения, сопротивление, проводимость, емкость, индуктивность, многополюсные элементы.*

Тема 3.2. Модели пассивных компонентов.

*Рассматриваются модели резистора, конденсатора, варикапа, катушки индуктивности, трансформатора, кварцевого резонатора и т.д.*

Тема 3.3. Модели полупроводникового и туннельного диода.

*Рассматриваются модели полупроводникового диода, стабилитрона и*

туннельного диода.

Тема 3.4. Модели транзисторов и операционных усилителей.

Рассматриваются модель Эберса-Молла, зарядовая модель транзистора, нелинейная модель по постоянному току, модели полевого транзистора и операционного усилителя.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Занятие 1. Создание условных графических обозначений элементов в САПР

Занятие 2. Разработка в САПР посадочных мест на печатной плате

Занятие 3. Создание электрических схем в САПР.

Занятие 4. Трассировка печатных плат в САПР.

Занятие 5. Создание схемы электрической принципиальной и ее печатной платы.

Занятие 6. Создание сборочного чертежа печатного узла и печатной платы.

Занятие 7. Подготовка выходных файлов для производства печатной платы.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-2	ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретическ	знать:  <i>Знать:</i> виды электронных компонентов и их функциональное назначение	В полном объеме знает электронные компоненты и их функцион	Достаточно полно знает электронные компоненты и их функцион	Плохо ориентируется в электронных компонентах и их функцион	Не знает электронные компоненты и их функциональное назначение

	ого и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		альное назначение	альное назначение	альном назначении	ие
		уметь:				
		разрабатывать документацию для изготовления электронного узла	Свободно применять САПР для оформления документации для изготовления электронного узла	Умеет применять САПР для оформления выходной документации	Слабо ориентируется в способах оформления выходной документации в САПР	Не умеет использовать САПР для оформления выходной документации
		владеть:				
	навыками математического моделирования электронных компонентов	В полном объеме описывает математические модели электронных компонентов	Достаточно полно владеет математическим моделированием электронных компонентов	Плохо описывает математические модели электронных компонентов	Не владеет математическим моделированием электронных компонентов	
ОПК-4	ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	знать:				
		основы конструирования электронных модулей	Свободно в полном объеме знает основы конструирования электронных модулей	Достаточно полно знает основы конструирования электронных модулей	С большим количеством ошибок определяет основы конструирования электронных модулей	Не знает основы конструирования электронных модулей
		уметь:				
	выполнять трассировку печатной платы электронного блока	Четко, без недочетов выполняет трассировку печатной платы электронного блока	Разбирается в принципах трассировки печатной платы электронного блока	Слабо ориентируется, как выполнять трассировку печатной платы	Не умеет выполнять трассировку печатной платы электронного блока	

		владеть:				
		навыками работы в САПР для разработки электронных приборов, схемы и устройств различного функционального назначения	Свободно и в полном объеме разрабатывает электронные приборы, схемы и устройств различного функционального назначения в САПР	Достаточно полно знает все принципы разработок и электронных приборов, схемы и устройств различного функционального назначения в САПР	Слабо ориентируется в интерфейсе САПР, с большим количеством ошибок разрабатывает электронные средства в САПР	Имеют место грубые ошибки при разработке электронных средств в САПР

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Трухин, М. П. Компьютерное моделирование и проектирование РЭА: системный подход. Часть 1 : учебник для вузов / М. П. Трухин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-8693-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197548>.

2. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-8814-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181532>.

3. Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-507-44388-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/226472>.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-



Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211466>.

2. Сахаров, Ю. С. Автоматизированное конструирование радиоэлектронных средств : учебное пособие / Ю. С. Сахаров. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2018. — 125 с. — ISBN 978-5-89847-544-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154505>.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств : учебное пособие / Г. М. Алдонин, А. К. Дашкова, Ф. В. Зандер [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2019. — 372 с. — ISBN 978-5-7638-4106-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157551>.

4. Кобрин, Ю. П. Основы проектирования электронных средств : учебно-методическое пособие / Ю. П. Кобрин, А. К. Кондаков, В. Г. Козлов. — Москва : ТУСУР, 2006. — 141 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11383>.

5. Юзова, В. А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня: лабораторный практикум : учебное пособие / В. А. Юзова. — Красноярск : СФУ, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-7638-2421-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6043>.

6. Зеленский, В. А. Основы конструирования, технологии и надёжности радиоэлектронных средств : учебное пособие / В. А. Зеленский, К. И. Сухачёв. — Самара : Самарский университет, 2020. — 146 с. — ISBN 978-5-7883-1525-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188958>.

7. Проектирование радиоэлектронных средств : учебное пособие / А. В. Безруков, В. В. Смирнов, А. С. Стукалова, Н. В. Сотникова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-907054-89-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157074>.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
3	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
4	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
5	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
7	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
8	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
9	IEEE Xplore	<a href="http://www.ieeeexplore.ieee.org">www.ieeeexplore.ieee.org</a>	<a href="http://www.ieeeexplore.ieee.org">www.ieeeexplore.ieee.org</a>
10	Springer	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>
11	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Microsoft Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Spectrum Software Micro-Cap 12	Пакет программного обеспечения для схемотехнического моделирования	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Microsoft Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право.

			Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Altium Designer	Пакет САПР для проектирования печатных плат	№3006/2016 от 30.06.2016 г.
7	Delta Design	Пакет САПР для проектирования печатных плат	

#### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем. Дисплейный класс» Компьютерный класс с выходом в Интернет, А-405	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-410	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18

пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и

интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГУУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

*Б1.О.23 Основы сквозного проектирования в электронике*  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023



Оценочные материалы по дисциплине «Основы сквозного проектирования в электронике», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр 6

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Концепция проектирования электронных средств»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-20</b>
Тест		5							
Защита лабораторных работ		10							
<b>Раздел 2. « Автоматизация схемотехнического проектирования»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-20</b>
Тест				5					
Защита лабораторных работ				10					
<b>Раздел 3. «Разработка и моделирование элементов электронных схем»</b>	<b>ТК3</b>					<b>15</b>	<b>0-15</b>	<b>15-30</b>	<b>15-20</b>
Тест						5			
Защита лабораторных работ						10			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-25

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий

		дисциплине	от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-2	ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	знать:				
		Знать: виды электронных компонентов и их функциональное назначение	В полном объеме знает электронные компоненты и их функциональное назначение	Достаточно полно знает электронные компоненты и их функциональное назначение	Плохо ориентируется в электронных компонентах и их функциональном назначении	Не знает электронные компоненты и их функциональное назначение
		уметь:				
		разрабатывать документацию для изготовления электронного узла	Свободно применяет САПР для оформления документации для изготовления электронного узла	Умеет применять САПР для оформления выходной документации	Слабо ориентируется в способах оформления выходной документации в САПР	Не умеет использовать САПР для оформления выходной документации
ОПК-4	ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач	владеть:				
		навыками математического моделирования электронных компонентов	В полном объеме описывает математические модели электронных компонентов	Достаточно полно владеет математическим моделированием электронных компонентов	Плохо описывает математические модели электронных компонентов	Не владеет математическим моделированием электронных компонентов
ОПК-4	ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач	знать:				
		основы конструирования электронных модулей	Свободно и в полном объеме знает основы конструирования	Достаточно полно знает основы конструирования электронных	С большим количеством ошибок определяют основы	Не знает основы конструирования электронных модулей

профессиональной деятельности и с учетом основных требований информационной безопасности		рован ия электронн ых модулей	ых модулей	конструи рован ия электронн ых модулей	
	уметь:				
	выполнять трассировку печатной платы электронного блока	Четко, без недочетов выполняе т трассиров ку печатной платы электронн ого блока	Разбирает ся в принципа х трассиров ки печатной платы электронн ого блока	Слабо ориентир уется, как выполнят ь трассиров ку печатной платы	Не умеет выполнят ь трассиро вку печатной платы электрон ного блока
	владеть:				
навыками работы в САПР для разработки электронных приборов, схемы и устройств различного функционально го назначения	Свободно и в полном объеме разрабаты вает электронн ые приборы, схемы и устройств различног о функцион ального назначени я в САПР	Достаточ но полно знает все принципы разработк и электронн ых приборов, схемы и устройств различног о функцион ального назначени я в САПР	Слабо ориентир уется в интерфей се САПР, с большим количеством ошибок разрабаты вает электронн ые средства в САПР	Имеют место грубые ошибки при разработ ке электрон ных средств в САПР	

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание вопросов сквозного проектирования электронных средств, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание вопросов сквозного проектирования электронных средств, ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание)*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *лабораторных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *лабораторных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

#### Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция:

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач).

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности).

#### Тест

Вопрос	Варианты ответа
Отдельные электронные приборы в составе электронного средства называют	<b>компонентами</b>
	узлами
	материалами
	составными частями
Электронная цепь – это	<b>реально существующий объект, состоящий из совокупности компонентов, проводящих тел и сред, представляющих замкнутые пути для электрического тока и использующих явления электрической проводимости в газах, в вакууме и в полупроводниках.</b>
	чертеж с условными обозначениями компонентов, на котором показываются соединения между ними и все необходимые сведения

	<p><i>об их параметрах.</i></p> <p><i>схема электронной цепи, отображающая ее существенные свойства при определенных условиях, например, при малых сигналах или на высоких частотах.</i></p> <p><i>совокупность материальных объектов с различной формой и физико-химическими свойствами, которые расположены в пространстве определенным образом, находятся в определенной механической и электромагнитной взаимосвязи.</i></p>
<p><i>Принципиальная электрическая схема электронной цепи – это</i></p>	<p><i>реально существующий объект, состоящий из совокупности компонентов, проводящих тел и сред, представляющих замкнутые пути для электрического тока и использующих явления электрической проводимости в газах, в вакууме и в полупроводниках.</i></p> <p><b><i>чертеж с условными обозначениями компонентов, на котором показываются соединения между ними и все необходимые сведения об их параметрах.</i></b></p> <p><i>схема электронной цепи, отображающая ее существенные свойства при определенных условиях, например, при малых сигналах или на высоких частотах.</i></p> <p><i>совокупность материальных объектов с различной формой и физико-химическими свойствами, которые расположены в пространстве определенным образом, находятся в определенной механической и электромагнитной взаимосвязи.</i></p>
<p><i>Эквивалентная схема – это</i></p>	<p><i>реально существующий объект, состоящий из совокупности компонентов, проводящих тел и сред, представляющих замкнутые пути для электрического тока и использующих явления электрической проводимости в газах, в вакууме и в полупроводниках.</i></p> <p><i>чертеж с условными обозначениями компонентов, на котором показываются соединения между ними и все необходимые сведения об их параметрах.</i></p> <p><b><i>схема электронной цепи, отображающая ее существенные свойства при определенных условиях, например, при малых сигналах или на высоких частотах.</i></b></p> <p><i>совокупность материальных объектов с различной формой и физико-химическими свойствами, которые расположены в пространстве определенным образом, находятся в определенной механической и электромагнитной взаимосвязи.</i></p>
<p><i>Конструкция электронного средства – это</i></p>	<p><i>реально существующий объект, состоящий из совокупности компонентов, проводящих тел и сред, представляющих замкнутые пути для электрического тока и использующих явления электрической проводимости в газах, в вакууме и в полупроводниках.</i></p> <p><i>чертеж с условными обозначениями компонентов, на котором показываются соединения между ними и все необходимые сведения об их параметрах.</i></p> <p><i>схема электронной цепи, отображающая ее существенные свойства при определенных условиях, например, при малых сигналах или на высоких частотах.</i></p> <p><b><i>совокупность материальных объектов с различной формой и физико-химическими свойствами, которые расположены в пространстве определенным образом, находятся в определенной механической и электромагнитной взаимосвязи.</i></b></p>

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика и содержит 50 тестовых вопросов на каждую компетенцию, из них 20% -

закрытого типа, 80% - открытого типа.

## **Лабораторная работа 1 «Создание условных графических обозначений элементов в САПР».**

### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Каким образом выполняются основные настройки редактора УГО?
2. Как настраивается шаг, вид и цвет сетки?
3. Как задается тип шрифта?
4. Каким образом задаются основные примитивы системы?
5. Как изменяется масштаб изображения?
6. Каким образом задаются основные параметры входных и выходных выводов ЭРЭ?
7. Каким образом задается на экране видимая сетка в виде линий или точек?
8. Как задаются основные параметры выводов питания и корпуса ЭРЭ?
9. Как пополнить содержимое библиотеки УГО новыми элементами?
10. Какой порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?
11. Каков порядок создания УГО элемента НЕ-И?
12. Каков порядок создания УГО элемента 2И-НЕ?
13. Каким образом выполняется вращение УГО элементов?
14. Каким образом выполняется прорисовка контура УГО?
15. Какими командами выполняется размещение текстовой строки?
16. Какими командами выполняется сохранение результатов проектирования?

### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);

5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

## **Лабораторная работа 2 «Разработка в САПР посадочных мест на печатной плате».**

### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Каким образом выполняются основные настройки редактора ПМ?
2. Каким образом создается библиотека ПМ?
3. Поясните назначение основных команд редактора.
4. Как задается шаг сетки?
5. В каком слое размещаются КП микросхемы с планарными выводами?
6. В каком слое размещаются КП микросхемы со штыревыми выводами?
7. В каком слое размещается контур микросхемы?
8. Как задаются параметры КП для планарных выводов?
9. Как задаются параметры КП для штыревых выводов?
10. Поясните порядок создания ПМ 401.14 для микросхемы 133ЛА6?
11. Поясните порядок создания ПМ DIP14 для микросхемы К511ПУ2?
12. Как подключается ПМ к электрической части микросхемы?
13. Как проверить соответствие выводов в УГО выводам корпуса микросхемы?
14. Как редактируются выводы компонентов микросхемы?

### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

### **Вопросы к комплексному заданию ТК1**

1. Дайте определение понятия «электронное средство». В чём состоит его отличие от понятия «радиоэлектронная аппаратура»?
2. В чём состоят различия принципиальной схемы, эквивалентной схемы

и схемы замещения, относящихся к одному и тому же ЭС?

3. Что такое схмотехническое проектирование? В чём заключается его отличие от конструкторского проектирования?

4. Поясните соотношение между заданными требованиями к ЭС и его выходными параметрами.

5. Из каких подэтапов состоит схмотехническое проектирование? Каким образом они связаны между собой?

6. Почему в конструкторском проектировании принята многоуровневая иерархия разработок ЭС?

7. Каково содержание оптимизации проектных решений при разработке ЭС?

8. Назовите принципы системного подхода при синтезе радиосредств.

9. В чём состоит содержание CALS-технологий? Сопоставьте этапы жизненного цикла согласно CALS-технологиям с этапами схмотехнического и конструкторского проектирования.

### Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция:

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач).

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности).

### Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Математическая модель схемы – это</i>	<i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в схеме</i>
	<i>система уравнений, отображающая электрические процессы в компоненте</i>
	<i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в САПР</i>
	<i>система уравнений для разработки топологии с известными соединениями компонентов схемы</i>
<i>Математическая модель электронного компонента – это</i>	<i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в схеме</i>
	<i>система уравнений, отображающая электрические процессы в компоненте</i>
	<i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в САПР</i>



	<i>система уравнений для разработки топологии с известными соединениями компонентов схемы</i>
<i>Одновариантный анализ – это</i>	<b><i>решение задачи определения электрических процессов в электронной схеме при фиксированных (заданных) значениях внутренних и внешних параметров</i></b>
	<i>многократное решение задачи определения выходных параметров в итерационных циклах схемотехнического проектирования</i>
	<i>получение информации о статистических характеристиках выходных параметров и ожидаемом проценте выхода годных схем в реальных условиях производства</i>
	<i>изготовление либо макета электронной схемы, либо ее физической модели, затем измерение токов и напряжений на макете или моделируемых физических величин на её модели</i>
<i>Многовариантный анализ – это</i>	<b><i>решение задачи определения электрических процессов в электронной схеме при фиксированных (заданных) значениях внутренних и внешних параметров</i></b>
	<b><i>многократное решение задачи определения выходных параметров в итерационных циклах схемотехнического проектирования</i></b>
	<i>получение информации о статистических характеристиках выходных параметров и ожидаемом проценте выхода годных схем в реальных условиях производства</i>
	<i>изготовление либо макета электронной схемы, либо ее физической модели, затем измерение токов и напряжений на макете или моделируемых физических величин на её модели</i>

### **Лабораторная работа 3 «Создание электрических схем в САПР».**

#### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Как вызываются библиотечные элементы?
2. Каким образом размещаются на рабочем поле отдельные элементы и разные секции микросхем?
3. Каким образом задается на экране видимая сетка в виде линий или точек?
4. Как производится соединение выводов ЭРЭ электрическими цепями?
5. Как размещается на схеме линия групповых соединений (шина) и как помечается она?
6. Как размещаются на схеме метки цепям, подключенным к линии групповых соединений (шине)?
7. Каков порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?
8. Как выполняется проверка схемы на отсутствие ошибок и что является признаком их отсутствия?
9. Каким образом выполняется вращение УГО элементов?
10. Каков порядок сохранения разработанной схемы и передачи её в редактор *PCB*?

#### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

#### **Лабораторная работа 4 «Трассировка печатных плат в САПР».**

##### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Поясните порядок настройки конфигурации редактора РСВ.
2. Как установить метрическую систему измерения?
3. Какими командами задается структура ПП?
4. Как задать свойства диэлектрика ПП?
5. Каким образом задаются дополнительные внутренние слои ПП?
6. Как формируется контур ПП?
7. Как выбирается тип шрифта?
8. В каком слое, и какими командами указываются размеры на ПП?
9. Как устанавливаются правила трассировки?
10. Какими командами и на каких слоях выполняется автоматическая трассировка соединений?
11. Каким образом редактируется рисунок проводников ПП?
12. Как настраивать цвета слоев ПП?
13. Каким образом выполняется интерактивная трассировка соединений?
14. Как внести изменения в ранее выполненную трассировку?

##### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

### **Лабораторная работа 5 «Создание схемы электрической принципиальной и ее печатной платы».**

#### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Как выполняется импорт разработанной электрической схемы в редактор РСВ?
2. Каким образом выбираются и размещаются ЭРЭ на ПП?
3. Каким образом задаются контуры экрана на плате?
4. На каких слоях размещаются полигоны корпуса и питания?
5. Каким образом можно просмотреть рисунки каждого слоя по отдельности?

#### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

#### **Вопросы к комплексному заданию ТК2**

1. Дайте определение понятия «автоматизация проектирования».
2. Какова роль компьютерной поддержки в задачах схемотехнического проектирования?
3. Дайте определение математической модели радиосхемы и компонента радиоизделия.
4. Назовите классы математических моделей схемы, описывающих её поведение в зависимости от режимов работы.

5. Сопоставьте две формы описания электронной схемы – принципиальную электрическую схему и математическую модель схемы – по таким свойствам, как полнота описания ЭС, зависимость от режима работы схемы и зависимость от выбора радиокомпонентов.

6. Какие виды математических моделей используются при анализе линейных электронных схем?

7. В чём состоит сходство и различие методов решения задач статистического анализа и анализа чувствительности электронной схемы?

8. Поясните важность эффективного решения компьютером систем линейных алгебраических уравнений в анализе электронных схем.

9. Какие требования предъявляются к методам автоматизированного проектирования электронных схем?

10. Что в конечном итоге определяет точность схемотехнического моделирования?

11. Что означают понятия «адекватная модель», «адекватный метод» в схемотехническом проектировании ЭС?

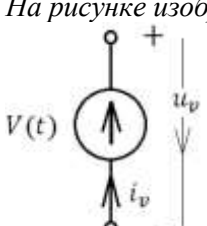
### Для текущего контроля ТКЗ:

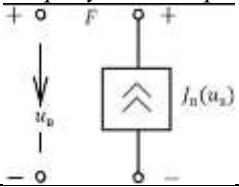
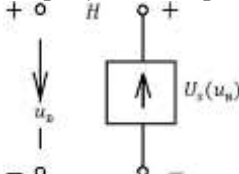
Проверяемая компетенция:

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2.3 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач).

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4.2 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности).

### Тест

Вопрос	Варианты ответа
Схема замещения – это	<b>графическое изображение математической модели компонента</b>
	графическое изображение компонента на схеме
	аналитическое выражение для моделирования работы схемы
	аналитическое выражение для расчета математической модели компонента
На рисунке изображен 	<b>независимый источник напряжения</b>
	независимый источник тока
	зависимый источник напряжения
	зависимый источник тока
На рисунке изображен	независимый источник напряжения
	<b>независимый источник тока</b>
	зависимый источник напряжения
	зависимый источник тока

	
<p>На рисунке изображен</p> 	<p>независимый источник напряжения</p> <p>независимый источник тока</p> <p>зависимый источник напряжения</p> <p><b>зависимый источник тока</b></p>
<p>На рисунке изображен</p> 	<p>независимый источник напряжения</p> <p>независимый источник тока</p> <p><b>зависимый источник напряжения</b></p> <p>зависимый источник тока</p>

## Лабораторная работа 6 «Создание сборочного чертежа печатного узла и печатной платы».

### **Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:**

1. Какая среда графического редактирования САПР используется для создания производственной документации печатной платы?
2. Как в сборочный документ добавить чертежные виды, таблицы и виды сверления, таблицы структуры слоев и состава изделия, а также виды для изготовления?
3. Как выбрать тип чертежа, который необходимо разместить на листе документа?
4. Как включить в размещенный вид дополнительную информацию о топологии платы?

### **Перечень требований к отчету**

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);

5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

### **Лабораторная работа 7 «Подготовка выходных файлов для производства печатной платы».**

#### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Какие выходные документы необходимы для изготовления печатного узла?

2. Как в САПР сформировать выходные файлы для изготовления печатной платы?

3. Как в САПР сформировать выходные файлы для установки компонентов на печатную плату?

#### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

#### **Вопросы к комплексному заданию ТКЗ**

1. Назовите основные элементы схем замещения радиокомпонентов. Поясните физические и математические причины того, что эти элементы разделяются на пары: источники, реактивные и резистивные элементы.

2. Математическая модель схемы замещения некоторого радиокомпонента представляет собой систему линейных дифференциальных уравнений. Какие элементы могут быть использованы для её графического представления? Какие элементы должны обязательно присутствовать в схеме замещения этого компонента?

3. Приведите математические и физические причины перехода от нелинейной модели к линейной модели одного и того же радиокомпонента. Почему в определении линейных моделей часто обращаются к понятию «рабочая точка», связанного с существенно нелинейными зависимостями?

4. Дайте определение статических и динамических параметров схем замещения. Каким образом эти параметры связаны с режимами анализа

электронной схемы (в частности, по постоянному току, переходным процессам и частотным характеристикам)?

5. Некоторый радиокомпонент имеет идеализированную схему замещения в виде линейного четырёхполюсника. Определите требования к свойствам этого компонента при описании такого четырёхполюсника двумя, тремя и четырьмя параметрами.

6. Назовите радиотехнические устройства (области применения), в которых наиболее часто используются кусочно-линейная, полиномиальная и экспоненциальная аппроксимации вольт-амперных характеристик активных радиокомпонентов.

7. Укажите наиболее существенные отличия модели Гуммеля – Пуна от модели Эберса – Молла. При каких требованиях к схеме замещения биполярного транзистора обе модели становятся эквивалентными?

8. Каковы физические причины разделения моделей радиокомпонентов на классы? С какими математическими зависимостями связаны описания связей между электрическими параметрами компонентов в этих классах? Приведите примеры из радиотехнической практики.

9. Поясните методику прямого измерения объёмных сопротивлений эмиттера и коллектора биполярного транзистора. Каким образом в этих измерениях можно исключить влияние объёмного сопротивления базы?

10. Составьте пошаговую процедуру перехода от универсальной модели радиокомпонента к его линеаризованной модели. Какие элементы схем замещения потребуют при этом преобразований, а какие останутся неизменными?

### **Для промежуточной аттестации:**

#### ***Теоретические вопросы***

1. Дайте определение понятия «электронное средство». В чём состоит его отличие от понятия «радиоэлектронная аппаратура»?

2. В чём состоят различия принципиальной схемы, эквивалентной схемы и схемы замещения, относящихся к одному и тому же ЭС?

3. Что такое схемотехническое проектирование? В чём заключается его отличие от конструкторского проектирования?

4. Поясните соотношение между заданными требованиями к ЭС и его выходными параметрами.

5. Из каких подэтапов состоит схемотехническое проектирование? Каким образом они связаны между собой?

6. Почему в конструкторском проектировании принята многоуровневая иерархия разработок ЭС?

7. Каково содержание оптимизации проектных решений при разработке ЭС?

8. Назовите принципы системного подхода при синтезе радиосредств.

9. В чём состоит содержание CALS-технологий? Сопоставьте этапы жизненного цикла согласно CALS-технологиям с этапами схемотехнического и

конструкторского проектирования.

10. Дайте определение понятия «автоматизация проектирования».

11. Какова роль компьютерной поддержки в задачах схемотехнического проектирования?

12. Дайте определение математической модели радиосхемы и компонента радиоизделия.

13. Назовите классы математических моделей схемы, описывающих её поведение в зависимости от режимов работы.

14. Сопоставьте две формы описания электронной схемы – принципиальную электрическую схему и математическую модель схемы – по таким свойствам, как полнота описания ЭС, зависимость от режима работы схемы и зависимость от выбора радиокомпонентов.

15. Какие виды математических моделей используются при анализе линейных электронных схем?

16. В чём состоит сходство и различие методов решения задач статистического анализа и анализа чувствительности электронной схемы?

17. Поясните важность эффективного решения компьютером систем линейных алгебраических уравнений в анализе электронных схем.

18. Какие требования предъявляются к методам автоматизированного проектирования электронных схем?

19. Что в конечном итоге определяет точность схемотехнического моделирования?

20. Что означают понятия «адекватная модель», «адекватный метод» в схемотехническом проектировании ЭС?

21. Назовите основные элементы схем замещения радиокомпонентов. Поясните физические и математические причины того, что эти элементы разделяются на пары: источники, реактивные и резистивные элементы.

22. Математическая модель схемы замещения некоторого радиокомпонента представляет собой систему линейных дифференциальных уравнений. Какие элементы могут быть использованы для её графического представления? Какие элементы должны обязательно присутствовать в схеме замещения этого компонента?

23. Приведите математические и физические причины перехода от нелинейной модели к линейной модели одного и того же радиокомпонента. Почему в определении линейных моделей часто обращаются к понятию «рабочая точка», связанного с существенно нелинейными зависимостями?

24. Дайте определение статических и динамических параметров схем замещения. Каким образом эти параметры связаны с режимами анализа электронной схемы (в частности, по постоянному току, переходным процессам и частотным характеристикам)?

25. Некоторый радиокомпонент имеет идеализированную схему замещения в виде линейного четырёхполюсника. Определите требования к свойствам этого компонента при описании такого четырёхполюсника двумя, тремя и четырьмя параметрами.

26. Назовите радиотехнические устройства (области применения), в



которых наиболее часто используются кусочно-линейная, полиномиальная и экспоненциальная аппроксимации вольт-амперных характеристик активных радиокомпонентов.

27. Укажите наиболее существенные отличия модели Гуммеля – Пуна от модели Эберса – Молла. При каких требованиях к схеме замещения биполярного транзистора обе модели становятся эквивалентными?

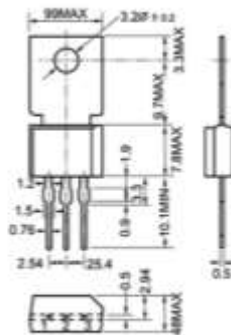
28. Каковы физические причины разделения моделей радиокомпонентов на классы? С какими математическими зависимостями связаны описания связей между электрическими параметрами компонентов в этих классах? Приведите примеры из радиотехнической практики.

29. Поясните методику прямого измерения объёмных сопротивлений эмиттера и коллектора биполярного транзистора. Каким образом в этих измерениях можно исключить влияние объёмного сопротивления базы?

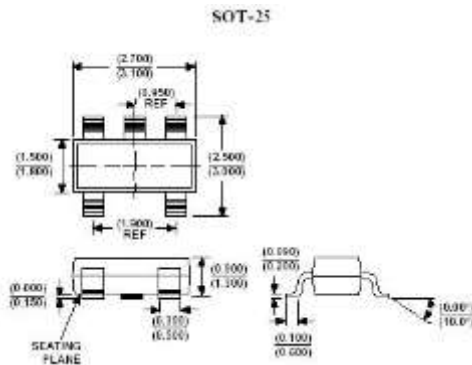
30. Составьте пошаговую процедуру перехода от универсальной модели радиокомпонента к его линеаризованной модели. Какие элементы схем замещения потребуют при этом преобразований, а какие останутся неизменными?

### Практические задания

1. Разработайте посадочное место под компонент, изображенный на рисунке



2. Разработайте посадочное место под компонент, изображенный на рисунке



3. Разработайте посадочное место под компонент, изображенный на рисунке

