



КГЭУ

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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
электроэнергетики и электроники

_____ Р.В. Ахметова
« 30 » мая _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.01.03 Автоматизированное проектирование устройств
промышленной электроники

Направление подготовки _____ 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника _____

Направленность
(профиль) _____ Промышленная электроника _____

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	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 «Автоматизированное проектирование устройств промышленной электроники» является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности в области разработки, проектирования и моделирования устройств промышленной электроники.

Задачами дисциплины являются:

- изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов;
- привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач;
- развитие знаний и навыков автоматизированного проектирования электронных средств;
- развитие знаний и навыков разработки печатных плат.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием
	ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-3 Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании электронных устройств различного функционального назначения

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули):

Б1.В.ДЭ.01 Специализированный модуль 1.

Последующие дисциплины:

Б2.В.03(Пд) Производственная практика (преддипломная).

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	252
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	114	114

АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,7	60	60
Лекции	0,85	30	30
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,85	30	30
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,3	192	192
Проработка учебного материала	2,3	84	84
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			КП

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	50	10	12	-	28	ТК1	ПК-2.2 З, ПК-2.2 У, ПК-2.2 В, ПК-2.3 З, ПК-2.3 В, ПК-3.2 З, ПК-3.2 У
Раздел 2	46	10	8	-	28	ТК2	ПК-2.2 З, ПК-2.2 В, ПК-2.3 З, ПК-2.3 У, ПК-3.2 З, ПК-3.2 У, ПК-3.2 В
Раздел 3	48	10	10	-	28	ТК3	ПК-2.2 З, ПК-2.2 У, ПК-2.3 З, ПК-2.3 У, ПК-2.3 В, ПК-3.2 З, ПК-3.2 В
Курсовой проект	72				72	ОМкп	ПК-2.2 З, ПК-2.2 У, ПК-2.2 В, ПК-2.3 З, ПК-2.3 У, ПК-2.3 В, ПК-3.2 З, ПК-3.2 У, ПК-3.2 В
Экзамен	36				36	ОМ Э	ПК-2.2 З, ПК-2.2 У, ПК-2.2 В, ПК-2.3 З, ПК-2.3 У, ПК-2.3 В, ПК-3.2 З, ПК-3.2 У, ПК-3.2 В
ИТОГО	252	30	30		192		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Принципы, стандарты и технологии проектирования устройств промышленной электроники.

Тема 1.1. Процесс проектирования: принципы и стандарты.

Рассматриваются принципы организации процесса проектирования электронных устройств, стандарты в области проектирования и конструирования электронной аппаратуры.

Тема 1.2. Структура и базовые стандарты ЕСКД.

Рассматриваются особенности стандартов ЕСКД, отличия в

комплектах документации электронного оборудования отечественного и зарубежного производства.

Тема 1.3. Состав проектной документации ее подготовка в среде САПР.

Рассматривается состав документации проекта и требования к ней, схемы электрические принципиальные, методика разработки в среде САПР.

Тема 1.4. Современные технологии печатных плат и монтажа электронной аппаратуры.

Рассматриваются технологии изготовления печатных плат, способы монтажа электронной компонентой базы на печатную плату, особенности монтажа электронных блоков.

Тема 1.5. Библиотеки элементов, основы проектирования печатных плат с использованием современной элементной базы.

Рассматривается организация библиотечных подсистем в САПР и проектирование печатных плат в среде САПР.

Раздел 2. Сквозное проектирование устройств промышленной электроники

Тема 2.1. Корпуса активных и пассивных элементов современной электроники, особенности установки и монтажа.

Рассматриваются международные и отечественные корпуса активных и пассивных элементов современной электроники, особенности их установки и монтажа на печатных платах.

Тема 2.2. Подготовка печатной платы с учетом требований производства и монтажа.

Рассматривается документация на печатную плату, учет технологических требований при формировании заказа на изготовление печатной платы, технологии монтажа электронной аппаратуры, учет требований монтажа при проектировании печатных плат.

Тема 2.3. Структуры электронных САПР и их возможности в области проектирования средств промышленной электроники с использованием современных технологий и элементной базы.

Рассматривается элементная база электронной аппаратуры, конструктивные особенности корпусов элементов, классификация программных средств САПР, возможности современных пакетов проектирования.

Тема 2.4. Организация проектных работ в группах.

Рассматривается организация проектных работ в группах разработчиков электронных промышленных устройств, системы сквозного проектирования.

Тема 2.5. Проектирование электронных устройств с учетом специальных требований, особенности высокочастотной электроники.

Рассматриваются конструктивные особенности высокочастотной электронной аппаратуры, учет тепловых режимов, особенностей эксплуатации, требований надежности при проектировании электронной аппаратуры.

Раздел 3. Модели в автоматизированном проектировании устройств промышленной электроники.

Тема 3.1. PSPICE-модели компонентов электронных средств.

Рассматриваются элементы языка описания схем PSPICE, модели источников напряжения и тока, пассивных компонентов, диодов, транзисторов, макромоделей, программные инструменты разработки моделей.

Тема 3.2. Математические модели топологии электронных схем.

Рассматриваются граф и его связь с топологией эквивалентной схемы, режимы анализа схемы и её топологические образы, матрично-топологическое описание эквивалентной схемы.

Тема 3.3. Математическое моделирование электронных схем устройств промышленной электроники.

Рассматривается формирование математических моделей электронных схем различными методами.

Тема 3.4. Имитационное моделирование электрических и тепловых режимов в автоматизированном проектировании средств промышленной электроники.

Рассматривается применение имитационного моделирования в процессе проектирования электронной аппаратуры, корпуса и конструктивы электронной аппаратуры промышленного назначения.

Тема 3.5. Использование средств механического проектирования и электромагнитного моделирования в проектных работах.

Рассматривается автоматизированный электромагнитный анализ и его использование в процессе проектирования, формирование комплектов документации эскизного и технического проектов.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Занятие 1. Моделирование электронного устройства со смешанными сигналами в САПР: проверка моделей и подготовка проекта к моделированию.

Занятие 2. Моделирование электронного устройства со смешанными сигналами в САПР: анализ результатов моделирования.

Занятие 3. Анализ целостности сигнала схемы в САПР.

Занятие 4. Анализ целостности питания по постоянному току проекта платы в САПР.

Занятие 5. Оформление эскизного проекта электронного устройства – схема электрическая принципиальная.

Занятие 6. Оформление эскизного проекта электронного устройства – печатная плата и сборочный чертеж.

Занятие 7. Оформление эскизного проекта электронного устройства – выходные файлы для производства и монтажа печатной платы.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Тематика курсового проекта: Разработать и спроектировать

измерительный усилитель сигнала с датчика (выбирается в зависимости от варианта).

Курсовой проект направлен на расчет схем с ОУ для различных электронных устройств, сигнализирующих об изменении параметров измеряемой величины в некотором диапазоне и имеющих в своем составе датчик, схему усиления сигнала с этого датчика, компаратор и сигнализатор.

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	
ПК-2	ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием	знать:				
		состав конструкторской документации	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		оценить сложность и проблематику поставленной проектной задачи и выбрать соответствующую методику и программные средства проектирования	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания,	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

			выполнены все задания в полном объеме	задания в полном объеме, но некоторые недочетами	но не в полном объеме	
		владеть:				
	ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	методами разработки устройств промышленной электроники с использованием САПР на всех этапах проектирования	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		знать:				
		основные этапы проектирования и требования соответствующих стандартов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
производить автоматизированное проектирование печатных плат и модулей на их основе с учетом требований стандартов и технических условий	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки		

			объеме	некоторые недочетами		
		владеть:				
		навыками проектирования устройств промышленной электроники в соответствии с техническим заданием с использованием САПР	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании и электронных устройств различного функционального назначения	знать:				
		основные принципы организации автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники с применением современного программного пакетов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		производить разработку схем электрических принципиальных электронных промышленных устройств с использованием САПР	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

				недочетами		
		владеть:				
		навыками использования программных пакетов для автоматизированного проектирования средств промышленной электроники и подготовки с их помощью конструкторской документации	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

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. Курносов. — 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. Курносов. — 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»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

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

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 схмотехнического 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-	Свободная лицензия

		взаимодействия преподавателя и студента	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 (20 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, компьютер (16 шт.),
	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. 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*



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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.01.03 Автоматизированное проектирование устройств
промышленной электроники

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность
(профиль) Промышленная электроника

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

(экзамен, КП)	ОМкп								
Защита КП									0-40
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

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	
ПК-2	ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием	знать:				
		состав конструкторской документации	Уровень знаний в объеме, соответствует вующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		оценить сложность и проблематику поставленной проектной задачи и выбрать соответствующую методику и программные средства проектирования	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме,	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

			объеме	некоторые недочетами		
		владеть:				
		методами разработки устройств промышленной электроники с использованием САПР на всех этапах проектирования	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		знать:				
		основные этапы проектирования и требования соответствующих стандартов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
	ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	производить автоматизированное проектирование печатных плат и модулей на их основе с учетом требований стандартов и технических условий	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

		владеть:				
		навыками проектирования устройств промышленной электроники в соответствии с техническим заданием с использованием САПР	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании и электронных устройств различного функционального назначения	знать:				
		основные принципы организации автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники с применением современных программных пакетов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		производить разработку схем электрических принципиальных электронных промышленных устройств с использованием САПР	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		навыками	Продемон	Продемон	Имеется	При

		использования программных пакетов для автоматизированного проектирования средств промышленной электроники и подготовки с их помощью конструкторской документации	стрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	стрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
--	--	--	--	---	---	---

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание методов автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание методов автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

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

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных 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
Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Отчет по лабораторной	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента.	Перечень заданий и вопросов для

работе (ОЛР)	Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	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:

ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием; ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования)

ПК-3 Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании электронных устройств различного функционального назначения)

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>	
<i>Общепринято выделять следующие подходы к проектированию:</i>	<i>Создание эффективно работающего и выполняющего требуемую функцию объекта</i>	<i>функциональный подход</i>
	<i>Рассмотрение разрабатываемого объекта как системы, состоящей из множества элементов, обладающих определенной структурой, свойствами и разнообразными внутренними и внешними связями.</i>	<i>системный подход</i>
	<i>Поиск функционально эффективных решений и удовлетворение разных критериев</i>	<i>оптимальный подход</i>
<i>С какой целью разрабатывают ПТ</i>	<i>с целью выявления дополнительных или уточненных требований к изделию для анализа ТЗ заказчика</i>	
	<i>с целью сравнительной оценки проектных решений с учетом конструкторских и эксплуатационных особенностей оборудования</i>	
<i>Основная цель ОКР на стадии разработки конструкторской документации</i>	<i>разработка последовательности и состава стадий и этапов разработки проекта</i>	
	<i>укрупненное представление всех конструкторских и технологических решений</i>	

	<i>поэтапное доведение конструкции изделия по результатам его изготовления, опытной проверки и технологической подготовки производства до соответствия требованиям ТЗ и условиям установившегося выпуска изделий со стабильными показателями качества</i>
--	---

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.*

Вопросы к комплексному заданию *ТК1*

1. Дайте определение термина «проектирование», опираясь на соответствующие формулировки стандартов.
2. Дайте определение термина «конструирование», опираясь на соответствующие формулировки стандартов.
3. Какие виды проектов Вы знаете?
4. Назовите состав документации по каждому этапу проектных работ.
5. Что такое «жизненный цикл изделия»?
6. Перечислите основные пункты технического задания на разработку электронного устройства.
7. Опишите процедуру формулировки и утверждения технического задания.
8. Назовите виды текстовой технической документации.
9. Назовите виды графической технической документации.
10. Что такое ЕСКД, какие вопросы она регламентирует?
11. Что такое ЕСТД, какие вопросы она регламентирует?
12. Какие средства автоматизации и на каких этапах используются при проведении проектных работ?
13. Назовите стандарты, регламентирующие структуру и требования к САПР.
14. Назовите подсистемы САПР и их задачи.
15. Приведите классификацию САПР, используемых при проектировании электронной техники.
16. Что входит в понятие «элементная база»?
17. Приведите конструктивную классификацию уровней электронной техники.
18. Поясните принцип блочно-модульного конструирования.
19. Перечислите требования к оформлению схем электрических принципиальных электронных устройств.
20. Перечислите требования к формированию УГО интегральных микросхем.
21. Что такое «шина» и как это средство используется при создании схем электрических принципиальных.
22. Что такое «Библиотечная подсистема САПР», каковы принципы ее построения?

Для текущего контроля *ТК2:*

Проверяемая компетенция:

ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных

приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием; ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования)

ПК-3 Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании электронных устройств различного функционального назначения)

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Основные факторы, влияющие на формирование температурного профиля пайки</i>	Компоненты
	Оборудование
	Печатные платы
	Паяльная паста
	Правила проектирования
	Срок изготовления
<i>Что производится на стадии оплавления?</i>	температура в печи повышается до точки расплавления припоя пасты и происходит формирование паяного соединения между платой и компонентами
	<i>активизация флюса и испарения составляющих паяльной пасты</i>
	<i>испарение растворителя (составляющая флюса) из паяльной пасты</i>
<i>Выберите особенности, характерные для проектирования СВЧ-плат</i>	Для СВЧ применений применяется фольгированный диэлектрик.
	Для СВЧ применений подходят только покрытия на основе благородных металлов (из-за возникновения скин слоя на высоких частотах).
	<i>Для СВЧ применений используется иммерсионное олово в качестве финишного покрытия</i>

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.

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Какие настройки схемотехнических САПР должны быть выполнены перед началом выполнения проекта?
2. Что такое УГО и посадочное место компонента, как они связаны в

библиотечной системе САПР?

3. Опишите процесс создания «библиотечного элемента».
4. Что такое печатная плата?
5. Из каких элементов состоит печатная плата, как эти элементы могут быть изготовлены?
6. Какие материалы используются при изготовлении печатных плат, по каким критериям осуществляется их выбор?
7. Кратко опишите процесс изготовления двухслойной печатной платы.
8. Что такое «класс точности» и, какое значение он имеет?
9. Каккие факторы влияют на размер и форму элементов печатной платы?
10. Для каких целей производится сверление отверстий в печатной плате, в чем необходимость их металлизации?
11. Какие ограничения на диаметр сверления существуют, какие современные технологии получения тонких отверстий Вы знаете?
12. Как изготавливают многослойные печатные платы, каковы особенности использования внутренних слоев и переходных отверстий?
13. Какие средства настройки САПР печатных плат необходимо использовать с учетом технологических требований и класса точности?
14. Какие слои используют программы РСВ для получения проектной документации на печатную плату?
15. Что такое слои шелкографии и для каких целей они используются?
16. Что такое паяльная маска, каково ее назначение?
17. С помощью каких инструментов РСВ решается задача построения участков металлизации?
18. Какое значение имеет правильный выбор ширины печатных проводников, перечислите критерии такого выбора.
19. Как связаны требования к элементам печатной платы с видом монтажа?
20. Назовите этапы монтажа электронных устройств и требования к каждому этапу?
21. Как производится монтаж изделий на основе SMD компонентов?
22. Что такое формовка выводов, как она учитывается при настройке САПР печатных плат?
23. Приведите примеры корпусов пассивных элементов. От чего зависят их конструктивные параметры?
24. В каких единицах измеряются размеры типовых SMD компонентов?
25. Какие единицы измерений и режимы работы следует использовать в РСВ редакторах для обеспечения электрического соединения контактных площадок?

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция:

ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в

соответствии с техническим заданием; ПК-2.3 Проектирует электронные приборы, схемы и устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования)

ПК-3 Способен учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3.2 Использует вычислительную и измерительную технику, программное обеспечение при проектировании электронных устройств различного функционального назначения)

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<p><i>Математическая модель схемы – это</i></p>	<p>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в схеме</p>
	<p><i>система уравнений, отображающая электрические процессы в компоненте</i></p>
	<p><i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в САПР</i></p>
	<p><i>система уравнений для разработки топологии с известными соединениями компонентов схемы</i></p>
<p><i>Математическая модель электронного компонента – это</i></p>	<p>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в схеме</p>
	<p>система уравнений, отображающая электрические процессы в компоненте</p>
	<p><i>система уравнений, описывающая на основе законов сохранения баланса и непрерывности с заданной точностью электрические явления в САПР</i></p>
	<p><i>система уравнений для разработки топологии с известными соединениями компонентов схемы</i></p>
<p><i>Одновариантный анализ – это</i></p>	<p>решение задачи определения электрических процессов в электронной схеме при фиксированных (заданных) значениях внутренних и внешних параметров</p>
	<p><i>многократное решение задачи определения выходных параметров в итерационных циклах схемотехнического проектирования</i></p>
	<p><i>получение информации о статистических характеристиках выходных параметров и ожидаемом проценте выхода годных схем в реальных условиях производства</i></p>
	<p><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></p>
<p><i>Многовариантный анализ – это</i></p>	<p>решение задачи определения электрических процессов в электронной схеме при фиксированных (заданных) значениях внутренних и внешних параметров</p>
	<p>многократное решение задачи определения выходных параметров в итерационных циклах схемотехнического проектирования</p>
	<p><i>получение информации о статистических характеристиках выходных параметров и ожидаемом проценте выхода годных схем в реальных условиях производства</i></p>
	<p><i>изготовление либо макета электронной схемы, либо ее физической</i></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.*

Вопросы к комплексному заданию *ТКЗ*

1. Какие особенности имеют печатные элементы, связанные с цепями питания электронных устройств?
2. Как параметры элементов печатных плат влияют на целостность сигналов? Какие искажения электрических сигналов могут наблюдаться в устройствах на основе печатных плат?
3. По каким критериям производится размещение элементов на печатной плате?
4. Приведите классификацию программных средств САПР электроники.
5. По каким критериям следует выбирать состав программных средств для выполнения проектирования электронных устройств.
6. Перечислите особенности группового выполнения проектов в САПР.
7. Как организуется текущая проверка проекта с применением САПР?
8. Что такое правила проектирования и какое значение в работе САПР они имеют?
9. Для каких целей в процессе проектирования электронных устройств используют средства имитационного моделирования?
10. Что такое PSPICE? Как организуется работа с программами имитационного моделирования в среде САПР при работе над проектами электронных устройств?
11. Какие средства САПР включены в термин «сквозное проектирование»? Приведите примеры подобных программ.
12. Какими средствами САПР производится оценка целостности сигналов?
13. Назовите особенности исполнения печатных плат импульсных преобразовательных устройств.
14. Назовите особенности исполнения печатных плат высокочувствительных измерительных устройств.
15. Назовите особенности исполнения печатных плат цифровых и микропроцессорных устройств.
16. Назовите особенности исполнения печатных плат высокочастотных и радиотехнических устройств.
17. Чем определяется тепловой режим работы электронных устройств? Назовите известные Вам средства обеспечения теплового режима электронной аппаратуры.
18. Приведите примеры программных пакетов САПР для сквозного проектирования электронных устройств.
19. Какие средства разработки цифровых устройств включены в состав

пакетов сквозного проектирования?

20. Какие средства групповой разработки используются в системах сквозного проектирования электронных устройств?

21. Перечислите документы, входящие в комплект эскизного и технического проектов.

22. Какие файлы передаются из САПР для изготовления печатной платы на производство?

Отчет по лабораторной работе.

1. Вопросы для защиты лабораторных работ:

2. Продемонстрируйте знание сочетаний горячих клавиш при работе с программой САПР.

3. Какие настройки обеспечивают правильное воспроизведение шрифтов на чертеже проекта?

4. Какие настройки влияют на соблюдение требований класса точности печатной платы?

5. Проведите настройку программы, обеспечивающее выполнение проекта схемы электрической принципиальной в соответствии с ЕСКД.

6. Что такое DRC и какую роль в работе САПР он имеет?

7. Какие элементы следует размещать на плате в первую очередь и почему?

8. Прокомментируйте списки атрибутов и параметров библиотечного компонента. Какую роль они играют для соблюдения требований стандартов и технических условий?

Из каких соображений выбирается размеры и конфигурация токоведущих проводников на печатной плате?

Требования 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).

Курсовой проект

Курсовой проект направлен на расчет схем с ОУ для различных электронных устройств, сигнализирующих об изменении параметров измеряемой величины в некотором диапазоне и имеющих в своем составе датчик, схему усиления сигнала с этого датчика, компаратор и сигнализатор. Задание: Рассчитать и спроектировать измерительный усилитель для датчика (выбирается в зависимости от варианта):

№ варианта	ФИО студента	№ зачетной книжки	Тип и название датчика	ОУ
1.			EM6050, Микрофон электретный	AD8042
2.			EM9767, Микрофон электретный	AD8039
3.			НМО1003А-60, Микрофон электретный	AD713
4.			НМО1001А-60, Микрофон электретный	AD8030
5.			НМО0603В-65, Микрофон электретный	LT1633
6.			VS4011S36, Микрофон электретный	LT1632
7.			DG04522DD(-PC1033), Микрофон электретный	LT1631
8.			DG06022DD(-PC1033), Микрофон электретный	LT1630
9.			DG06050CD(-P), Микрофон электретный	LT1220
10.			DG09465CD(-P), Микрофон электретный	LT1209
11.			KPUS-40T-16TR, Ультразвуковой комбинированный передатчик 40кГц	LT1208
12.			VS-A1625H12R, 25кГц, 16x12мм, Приемник ультразвуковой	ADA4891
13.			250SR240, УЗ приемник 25кГц d24x14мм	ADA4851
14.			МА40S4R, Приемник ультразвуковой, 40кГц	ADA4691
15.			СМА-4544PF-W, Микрофон электретный	ADA4084
16.			L-KLS3-ММ9767P-603, Микрофон электретный	ADA4661
17.			L-KLS3-ММ6035P-403, Микрофон электретный	ADA4500
18.			LD-МС-6035P, Микрофон электретный	AD746
19.			ICS-40300, Микрофон	AD8694
20.			НМО0603А-60, Микрофон электретный	AD8692
21.			EM-9745, Микрофон электретный	AD8691
22.			INMP504ACEZ-R7, Микрофон	AD8619
23.			SPU0410HR5H-PB, Микрофон	AD8617
24.			EM-6022P, Микрофон	AD712
25.			ЕСМ-60P, Микрофон электретный	AD827
26.			Микрофон OF9767P-2A303	AD826
27.			Микрофон MEMS VSM3729AT-GL9-A30	AD8040
28.			Микрофон MEMS VSM3729AT-G32-A3F	AD8039

29.			Микрофон MEMS, VSM3722AT-N30-A3F	AD713
30.			Микрофон MEMS, VSM2819AB-N30-B3F	AD8030
31.			Микрофон обратный электретный VS4015P28S40B	LT1633
32.			Микрофон обратный электретный B6022ED464	LT1632
33.			Микрофон электретный с гибкими выводами VS6027LS56	LT1631
34.			Микрофон электретный KPCM-97H45P	LT1630
35.			Микрофон электретный всенаправленный KPCM-SMD40H15C43	LT1220
36.			Микрофон электретный CF4015CD453-P	LT1209
37.			Микрофон MEMS VSM2718AB-N30-B1F	LT1208
38.			Микрофон электретный KPCM-D40H15C43-64DB	ADA4084
39.			Микрофон электретный C5832P	ADA4661

Объем и содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графического материала. Записка содержит 20-30 страниц печатного текста и включает:

1. Титульный лист.
2. Задание на курсовую работу.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Основную текстовую часть пояснительной записки:
 - а) расчёт измерительной цепи с ОУ и компаратором;
 - б) расчёт источника питания;
 - в) обоснование выбора элементной базы: описание и характеристики датчика, операционных усилителей, их корпусов и посадочных мест на плате;
 - г) порядок разработки печатной платы и результаты.
6. Заключение.
7. Список использованной литературы.
8. Приложения (графический материал).

Графический материал работы должен включать 3-4 листа определенного формата (А4 или А3), где будут представлены:

- электрические принципиальные схемы разрабатываемого изделия с перечнем элементной базы, выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД в САПР;
- конструкторская документация на печатные платы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-68 и действующими нормативно-техническими документами, выполненная в САПР;
- графики, диаграммы, алгоритмы и расчетные формулы, отражающие результаты экспериментальных или теоретических исследований того или иного процесса.

Для промежуточной аттестации:

Вопросы к экзамену

1. Принципы организации процесса проектирования.
2. Стандарты в области проектирования и конструирования электронной аппаратуры.
3. Состав документации эскизного проекта и требования к ней.
4. Состав документации технического проекта и требования к ней.
5. Жизненный цикл изделия.
6. Схемы электрические принципиальные, методика разработки в среде САПР.
7. Схемотехнические САПР, требования и настройка.
8. Организация библиотечных подсистем в САПР.
9. Формирование УГО, атрибутов и посадочных мест исходя из справочных данных.
10. Таблицы выводов, логические связи в библиотечных компонентах
11. Проектирование печатных плат в среде САПР
12. Документация на печатную плату, учет технологических требований при формировании заказа на изготовление печатной платы.
13. Технологии монтажа электронной аппаратуры, учет требований монтажа при проектировании печатных плат.
14. Особенности бессвинцовых технологий и их учет при проектировании печатных плат.
15. Элементная база электронной аппаратуры, конструктивные особенности корпусов элементов.
16. Классификация программных средств САПР, возможности современных пакетов проектирования.
17. Организация проектных работ в группах.
18. Системы сквозного проектирования.
19. Конструктивные особенности высокочастотной электронной аппаратуры.
20. Учет тепловых режимов, особенностей эксплуатации, требований надежности при проектировании электронной аппаратуры.
21. Применение имитационного моделирования в процессе проектирования электронной аппаратуры.
22. Корпуса и конструктивы электронной аппаратуры промышленного назначения.
23. Пакеты электромагнитного анализа и их использование в процессе проектирования.
24. Формирование комплектов документации эскизного и технического проектов.

Практические задания

1. Подготовьте выходные файлы для производства печатной платы.
2. Подготовьте к моделированию проект электронного устройства со смешанными сигналами в САПР.

3. Проведите моделирование электронного устройства со смешанными сигналами в САПР.
4. Проведите анализ целостности сигнала схемы в САПР.
5. Проведите анализ целостности питания по постоянному току проекта платы в САПР.
6. Подготовьте сборочный чертеж эскизного проекта электронного устройства в САПР.
7. Подготовьте выходные файлы в САПР для монтажа печатной платы.