

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР  
  
Ахметова И.Г.  
«28» октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.02 Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВО)

Направление подготовки	12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии
	(указывается код и наименование)
Направленность подготовки	05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Квалификация (степень) выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	Очная, заочная
	(очная, очно-заочная, заочная)

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

Целью освоения дисциплины «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств» является формирование компетенций в области схемотехнического моделирования, автоматизированного анализа и сквозного проектирования электронных схем и устройств различного назначения, включая знания, умения и навыки, обеспечивающие успешное сочетание научной и педагогической деятельности.

*Основными задачами* изучения дисциплины являются:

1) изучение основных моделей электронных компонентов и их параметров, применяемых в программах схемотехнического моделирования и сквозного проектирования, приобретение навыков подбора компонентов для разрабатываемых устройств по их параметрам;

2) приобретение навыков моделирования, анализа и сквозного проектирования электронных схем с помощью современных специализированных компьютерных программ;

3) приобретение умений проводить лабораторные и практические занятия со студентами с применением программ схемотехнического моделирования и сквозного проектирования электронных схем.

В результате изучения дисциплины «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств» аспирант должен овладеть:

<b>Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<b>УК-1</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>З1 (УК-1) Знать:</b> номенклатуру электронной компонентной базы, применяемой в библиотеках компонентов современных автоматизированных систем моделирования и анализа. <b>У1 (УК-1) Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных схем и устройств различного функционального назначения; работать с необходимой для расчетов информацией о параметрах электронных компонентов: выбирать компоненты по главным и критическим параметрам и характеристикам; сравнивать компоненты, выбирая оптимальные по совокупности качеств. <b>В1 (УК-1) Владеть:</b> навыками использования справочной литературы и сети Интернет для поиска необходимой для расчетов схем и выбора компонентов информации.
<b>УК-3</b> готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных за-	<b>З1 (УК-3) Знать:</b> условные обозначения электронных компонентов, принятые в зарубежных странах; наименования электронных компонентов, элек-

<p>доч</p>	<p>тронных приборов и устройств и их транскрипции, принятые в зарубежной технической литературе.</p> <p><b>У1 (УК-3) Уметь:</b> находить модели электронных компонентов на сайтах производителей компонентной базы; пользоваться справочной литературой и сетью Интернет для поиска информации о параметрах и характеристиках компонентов.</p> <p><b>В1 (УК-3) Владеть:</b> навыками работы с нерусифицированными версиями современных программных средств схемотехнического моделирования, анализа и сквозного проектирования электронных устройств.</p>
<p><b>ОПК-2</b> способность предлагать пути решения, выбирать методику и средства проведения научных исследований</p>	<p><b>З1 (ОПК-2) Знать:</b> методики проведения схемотехнического моделирования и автоматизированного анализа электронных схем с использованием специализированных компьютерных программ.</p> <p><b>У1 (ОПК-2) Уметь:</b> проводить многовариантный анализ, анализ чувствительностей и допусков, анализ в диапазоне температур с целью оптимизации параметров схемы и планирования ее работы в реальных условиях.</p> <p><b>В1 (ОПК-2) Владеть:</b> навыками моделирования, анализа и оптимизации электронных схем с помощью специализированных компьютерных программ.</p>
<p><b>ОПК-3</b> владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере</p>	<p><b>З1 (ОПК-3) Знать:</b> основные параметры моделей электронных компонентов, применяемых в современных автоматизированных системах моделирования и анализа и их связь с параметрами и характеристиками реальных приборов.</p> <p><b>У1 (ОПК-3) Уметь:</b> интегрировать модели электронных компонентов с сайтов производителей компонентной базы в библиотеки программ схемотехнического моделирования; определять основные параметры моделей электронных компонентов по известным физическим параметрам и характеристикам.</p> <p><b>В1 (ОПК-3) Владеть:</b> методикой снятия вольт-амперных и иных характеристик виртуальных электронных компонентов в программах схемотехнического моделирования.</p>
<p><b>ОПК-4</b> способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты</p>	<p><b>З1 (ОПК-4) Знать:</b> методики ввода и редактирования электронных схем в программах схемотехнического моделирования; виды и параметры анализа схем в программах схемотехнического моделирования, способы пред-</p>

	<p>ставления его результатов.</p> <p><b>У1 (ОПК-4) Уметь:</b> чертить и редактировать схемы в программах схемотехнического моделирования; проводить анализ работы различных электронных устройств с помощью современных программ схемотехнического моделирования, получать и обрабатывать результаты анализа.</p> <p><b>В1 (ОПК-4) Владеть:</b> методикой обработки результатов схемотехнического моделирования.</p>
<p><b>ПК-2</b> способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p>	<p><b>З1 (ПК-2) Знать:</b> особенности и правила анализа и расчета электронных схем с использованием автоматизированных средств схемотехнического моделирования.</p> <p><b>У1 (ПК-2) Уметь:</b> применять современные программы схемотехнического моделирования и сквозного проектирования электронных устройств.</p> <p><b>В1 (ПК-2) Владеть:</b> навыками компьютерного эксперимента применительно к исследованию работы электронных схем.</p>
<p><b>ПК-3</b> способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения</p>	<p><b>З1 (ПК-3) Знать:</b> методики проведения многовариантного анализа и оптимизации схем.</p> <p><b>У1 (ПК-3) Уметь:</b> проводить оптимизацию схемы в виртуальной среде по результатам многовариантного анализа ее работы с варьированием параметров.</p> <p><b>В1 (ПК-3) Владеть:</b> навыками многовариантного анализа и оптимизации схем.</p>
<p><b>ПК-4</b> способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ</p>	<p><b>З1 (ПК-4) Знать:</b> порядок экспериментального исследования электронных схем с помощью программ схемотехнического моделирования.</p> <p><b>У1 (ПК-4) Уметь:</b> организовывать и координировать работу малых групп при решении задач моделирования и анализа электронных устройств с использованием программ схемотехнического моделирования и проектирования.</p> <p><b>В1 (ПК-4) Владеть:</b> навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами с использованием программ схемотехнического моделирования и проектирования.</p>
<p><b>ПК-5</b> способность овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий</p>	<p><b>З1 (ПК-5) Знать:</b> основные требования, предъявляемые к учебно-методической литературе.</p> <p><b>У1 (ПК-5) Уметь:</b> составлять методические указания по моделиро-</p>

	<p>ванию и проектированию электронных устройств с использованием программ схемотехнического моделирования и проектирования.</p> <p><b>В1 (ПК-5) Владеть:</b>  навыками составления учебно-методических указаний к проведению лабораторных занятий.</p>
--	--

## 2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств» относится к профессиональному циклу и является вариативной дисциплиной. Дисциплина преподается на 2 курсе. Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин по программам подготовки бакалавриата: «Высшая математика», «Информационные и компьютерные технологии», «Теоретические основы электротехники», «Основы теории электрических цепей», «Физико-математические модели электронных узлов», «Электроника и микропроцессорная техника», «Промышленная электроника».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

## 3. Структура и содержание дисциплины «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств»

### 3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 6,6 часа.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			3	4		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	180		72	108		
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:</b>	66		36	30		
Лекции (Лк)	46		36	10		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)	20	20		20		
и(или) другие виды аудиторных занятий						
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:</b>	114		36	78		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной ра-	114		36	78		

боты						
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3		3	3		

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			3	4		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180		108	72		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:						
Лекции (Лк)	12		6	6		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	20	20	10	10		
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	148		92	56		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	148		92	56		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, ЭО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	3		3	30		

### 3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	Модели компонентов электронных схем и их параметры	24	3	10			14	Тесты
2	Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap	30	3	26			4	Тесты
	Промежуточная аттестация	18	3				18	Зачет
3	Правила и порядок проведения автоматизированного анализа электронных схем	90	4	10		20	60	Письменная работа Отчет
	Промежуточная аттестация	18	4				18	Зачет с оценкой
	Итого:	144	–	46		20	114	–

### 3.3. Содержание разделов дисциплины

#### 1. Модели компонентов электронных схем и их параметры

Модели независимых и зависимых источников в программных средах Multisim и Micro-Cap. Модели диода и стабилитрона в программных средах Multisim и Micro-Cap. Модели биполярного транзистора в программных средах Multisim и Micro-Cap. Модели полевого транзистора в программных средах Multisim и Micro-Cap. Макромодели. Модели IGBT и тиристора. Интеграция моделей компонентов сторонних производителей в программные среды Multisim и Micro-Cap. Особенности моделей SPICE.

#### 2. Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap

Интерфейс программы Multisim. Библиотека компонентов программы Multisim. Порядок ввода компонентов и выбора их параметров, создание соединительных линий в программы Multisim.

Интерфейс программы Micro-Cap. Библиотека компонентов программы Micro-Cap. Порядок ввода компонентов и выбора их параметров, создание соединительных линий в программы Micro-Cap.

### 3. Правила и порядок проведения автоматизированного анализа электронных схем

Требования к схемам, предъявляемые при анализе в программных средах Multisim и Micro-Cap. Виды анализа электронных схем, их цели и задачи. Порядок проведения анализа аналоговых усилительных схем. Порядок проведения анализа аналоговых импульсных схем. Порядок проведения анализа цифровых и смешанных аналого-цифровых схем. Многовариантный анализ и оптимизация электронных схем. Разработка печатной платы в программе National Instruments Utiboard.

#### 3.4. Практические (семинарские) занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

#### 3.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Построение вольт-амперных характеристик и определение параметров электронных компонентов в программных средах Multisim и Micro-Cap. Работа с библиотеками компонентов.	4	1	4
2	Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap.	4	2	4
3	Моделирование и оптимизация параметров электронного усилителя мощности в программной среде Multisim	4	3	4
4	Моделирование и анализ цифровых устройств в программных средах Multisim и Micro-Cap	4	3	4
5	Разработка печатной платы в программной среде National Instruments Utiboard	4	3	4
	Итого:	–	–	20

### 3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	УК-1	УК-3	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	Количество компетенций
1	Модели компонентов электронных схем и их параметры	54	З, У, В	З, У, В		З, У, В				З, У, В	З, У, В	5
2	Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap	32		В			З, У			З, У, В	З, У, В	4
3	Правила и порядок проведения автоматизированного анализа электронных схем	58		В	З, У, В		В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	7

*(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).*

Условные обозначения: З – знать,  
У – уметь,  
В – владеть.

### 3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Модели пассивных компонентов и их параметры в программах Multisim и Micro-Cap. Представление числовых переменных (милли, микро-, нано-, пико, кило-, мега-...) и электрических величин (ток, потенциал, разность потенциалов, мощность...).	3	1	2
2	Виртуальные (настраиваемые) модели пассивных компонентов в программах Multisim и Micro-Cap.	3	1	2
3	Модели и параметры источников сигналов в программе Multisim.	3	1	2
4	Модели и параметры источников сигналов в программе Micro-Cap.	3	1	2
5	Виртуальные (настраиваемые) модели полупроводниковых компонентов в программах Multisim и Micro-Cap.	3	1	2
6	Поиск SPICE-моделей электронных компонентов на сайтах производителей	3	1	4
7	Ввод электронной схемы в программе Multisim.	3	2	2
8	Ввод электронной схемы в программе Micro-Cap.	3	2	2
9	Подготовка к зачету в 3 семестре	3	1,2	18
10	Оформление отчета по лабораторной работе 1	4	1	2
11	Оформление отчета по лабораторной работе 2	4	2	2
12	Оформление отчета по лабораторной работе 3	4	3	2
13	Оформление отчета по лабораторной работе 4	4	3	2
14	Оформление отчета по лабораторной работе 5	4	3	2
15	Письменная работа – составление методических указаний по выполнению лабораторной работы 1	4	1	10
16	Письменная работа – составление методических указаний по выполнению лабораторной работы 2	4	2	10
17	Письменная работа – составление методических указаний по выполнению лабораторной работы 3	4	3	10
18	Письменная работа – составление методических указаний по выполнению лабораторной работы 4	4	3	10
19	Письменная работа – составление методических указаний по выполнению лабораторной работы 5	4	3	10
20	Подготовка к зачету в 4 семестре	4	3	18
	Итого:	–	–	114

#### 4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Модели компонентов электронных схем и их параметры	УК-1з,у,в, УК-3з,у,в, ОПК-3з,у,в, ПК-4з,у,в, ПК-5з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Тесты, отчет, письменная работа
2	Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap	УК-3в, ОПК-4з,у, ПК-4з,у,в, ПК-5з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Тесты, отчет, письменная работа
3	Правила и порядок проведения автоматизированного анализа электронных схем	УК-3в, ОПК-2з,у,в, ОПК-4в, ПК-2з,у,в, ПК-3з,у,в, ПК-4з,у,в, ПК-5з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Тесты, отчет, письменная работа

Используются материалы дистанционного курса «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств» на образовательной площадке LMS MOODLE и электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах аспирантов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

*Оценочные средства для проведения текущей аттестации и промежуточной аттестации представлены в отдельном документе «Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по итогам освоения дисциплины».*

##### 5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала в форме тестов, при выполнении занятий семинарского типа (практических или лабораторных) в форме отчета и письменной работы. Текущему контролю подлежит посещаемость аспиран-

тами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств») является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 3 семестре, и в форме зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 4 семестре.

## **5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины**

### 5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### Отчеты по выполнению лабораторной работы

После выполнения заданий на лабораторном занятии аспирант подготавливает отчет о выполнении лабораторной работы в письменном или печатном виде на листах формата А4. Отчет должен содержать проектируемую/анализируемую схему, предварительные расчеты, результаты анализа и выводы.

*Тематика лабораторных работ:*

1. Построение вольт-амперных характеристик и определение параметров электронных компонентов в программных средах Multisim и Micro-Cap. Работа с библиотеками компонентов.
2. Ввод и редактирование электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap.
3. Моделирование и оптимизация параметров электронного усилителя мощности в программной среде Multisim
4. Моделирование и анализ цифровых устройств в программных средах Multisim и Micro-Cap
5. Разработка печатной платы в программной среде National Instruments Utiboard

#### Письменная работа

Письменная работа заключается в составлении подробных методических указаний по выполнению каждой лабораторной работы, ориентированных по уровню сложности на студентов.

*Тематика письменных работ:*

1. Методика построения вольт-амперных характеристик и определение параметров электронных компонентов в программных средах Multisim и Micro-Cap. Работа с библиотеками компонентов.
2. Методика ввода и редактирования электронных схем в программных средах Multisim и Micro-Cap.

3. Методика проведения моделирования и оптимизации параметров электронного усилителя мощности в программной среде Multisim
4. Методика проведения моделирования и анализа цифровых устройств в программных средах Multisim и Micro-Cap
5. Методика разработки печатной платы в программной среде National Instruments Utiboard

### **Вопросы и задания к зачету**

#### **Продвинутый уровень**

- 1) Модели пассивных компонентов в программе Multisim, их параметры.
- 2) Модели пассивных компонентов в программе Micro-Cap, их параметры.
- 3) Модели источников сигнала в программе Multisim, их параметры.
- 4) Модели источников сигнала в программе Micro-Cap, их параметры.
- 5) Модели полупроводниковых приборов в программе Multisim, их параметры.
- 6) Модели полупроводниковых приборов в программе Micro-Cap, их параметры.
- 7) Определение параметров моделей пассивных компонентов по их характеристикам.
- 8) Определение параметров моделей источников сигнала по их характеристикам.
- 9) Проведение аппроксимации характеристик.
- 10) Определение параметров моделей полупроводниковых приборов по их характеристикам.
- 11) Требования к электронной схеме, подлежащей анализу в программных средах Multisim и Micro-Cap.
- 12) Порядок проведения анализа аналоговой электронной схемы.
- 13) Цель и задачи статического анализа.
- 14) Цель и задачи анализа переходных процессов.
- 15) Цель и задачи малосигнального анализа в рабочем диапазоне частот.
- 16) Цель и задачи малосигнального анализа в диапазоне частот.
- 17) Цель и задачи анализа чувствительности.
- 18) Порядок проведения статического анализа в программной среде Multisim.
- 19) Порядок проведения статического анализа в программной среде Micro-Cap.
- 20) Порядок проведения анализа переходных процессов в программной среде Multisim.
- 21) Порядок проведения анализа переходных процессов в программной среде Micro-Cap.

22) Порядок проведения малосигнального анализа в диапазоне частот в программной среде Multisim.

23) Порядок проведения малосигнального анализа в диапазоне частот в программной среде Micro-Cap.

24) Порядок проведения анализа чувствительности в программной среде Micro-Cap.

25) Особенности анализа цифровых схем в программной среде Multisim.

26) Особенности анализа цифровых схем в программной среде Micro-Cap.

27) Особенности анализа смешанных аналого-цифровых схем в программной среде Multisim.

28) Особенности анализа смешанных аналого-цифровых схем в программной среде Micro-Cap.

29) Выбор наиболее оптимальной и удобной из программ схемотехнического моделирования (Multisim или Micro-Cap) для проведения малосигнального анализа в диапазоне частот.

30) Выбор наиболее оптимальной и удобной из программ схемотехнического моделирования (Multisim или Micro-Cap) для проведения малосигнального анализа в области средних частот.

31) Выбор наиболее оптимальной и удобной из программ схемотехнического моделирования (Multisim или Micro-Cap) для проведения анализа переходных процессов.

32) Выбор наиболее оптимальной и удобной из программ схемотехнического моделирования (Multisim или Micro-Cap) для статического анализа электронных схем.

33) Выбор наиболее оптимальной и удобной из программ схемотехнического моделирования (Multisim или Micro-Cap) для анализа цифровых и смешанных электронных схем.

### **Высокий уровень**

1) Ввод и редактирование схемы в программной среде Multisim.

2) Ввод и редактирование схемы в программной среде Micro-Cap.

3) Проведение статического анализа в программной среде Multisim.

4) Проведение статического анализа в программной среде Micro-Cap.

5) Проведение анализа переходных процессов в программной среде Multisim.

6) Проведение анализа переходных процессов в программной среде Micro-Cap.

7) Проведение малосигнального анализа в диапазоне частот в программной среде Multisim.

8) Проведение малосигнального анализа в диапазоне частот в программной среде Micro-Cap.

9) Проведение анализа чувствительности в программной среде Micro-Cap.

- 10) Проведение многовариантного анализа в программной среде Micro-Cap.
- 11) Проведение анализа в диапазоне температур программной среде Micro-Cap.
- 12) Проведение анализа в диапазоне температур программной среде Multisim.
- 13) Проведение анализа цифровых схем в программной среде Multisim.
- 14) Проведение анализа цифровых схем в программной среде Micro-Cap.
- 15) Проведение анализа смешанных аналого-цифровых схем в программной среде Multisim.
- 16) Проведение анализа смешанных аналого-цифровых схем в программной среде Micro-Cap.

### 5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Проектирование, моделирование и анализ электронных устройств» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть, заявленных дисциплинарных компетенций проводится в 3 семестре по 2-х бальной шкале, в 4 семестре – по 4-х бальной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Зачет без оценки (в 3 семестре) проставляется при достижении базового уровня сформированности компетенций.

На зачете с оценкой (в 4 семестре) аспиранту предлагаются один вопрос (из продвинутого уровня) и одно практическое задание (из высокого уровня сформированности компетенций).

Сформированность базового уровня связана с выполнением основных заданий в течение семестра.

Критериями ответа на вопросы зачета являются: полнота ответа, аргументированность и самостоятельность изложения, усвоение практических навыков владения методиками автоматизированного анализа в изученных программных средах.

#### Критерии оценивания (зачет в 3 семестре)

Результат зачета	Критерии
«зачтено»	Аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе,

	умение правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.
<i>«не зачтено»</i>	При ответе аспиранта выявились существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

**Критерии оценивания (зачет в 4 семестре)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии</b>
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
<i>«удовлетворительно»</i>	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
<i>«неудовлетворительно»</i>	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Амелина М. А., Амелин С. А.	Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10	учебное пособие	СПб.: Лань	2014	<a href="https://e.lanbook.com/book/53665">https://e.lanbook.com/book/53665</a>	
2	Хернитер М. Е.	Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств	переводное издание	М.: ДМК Пресс	2006		50
3	Гусев В. Г., Гусев Ю. М.	Электроника и микропроцессорная техника	учебник	М.: Кнорус	2016	<a href="https://www.book.ru/book/919270/">https://www.book.ru/book/919270/</a>	

#### Дополнительная литература

1	Ахметвалеева Л. В.	Основы цифровой электроники. Исследование и синтез цифровых устройств в программной среде Multisim 10/1	лабораторный практикум по дисциплинам "Математические основы цифровой техники", "Информационная электроника", "Электроника и микропроцессорная техника"	Казань: КГЭУ	2013		8
---	--------------------	---	---	--------------	------	--	---

2	Кардашев Г. А.	Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств	научно-популярная литература	М.: Горячая линия - Телеком	2007		3
---	-------------------	--	------------------------------	-----------------------------	------	--	---

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	<i>Электронно-библиотечная система «Лань»</i>	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	<i>Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»</i>	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	<i>Электронно-библиотечная система «book.ru»</i>	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	<i>Энциклопедии, словари, справочники</i>	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	<i>Портал "Открытое образование"</i>	<a href="http://npod.ru">http://npod.ru</a>
6	<i>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</i>	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4	Федеральный образовательный портал «Экономика, социология, менеджмент»	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
5	Министерство экономического развития РФ	<a href="https://economy.gov.ru/">https://economy.gov.ru/</a>	<a href="https://economy.gov.ru/">https://economy.gov.ru/</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	<i>Научная электронная библиотека</i>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
2	<i>Российская государственная библиотека</i>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	<a href="https://www.rsl.ru/">https://www.rsl.ru/</a>
3	<i>Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH</i>	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	<a href="https://www.zbmath.org/">https://www.zbmath.org/</a>
4	<i>Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink</i>	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	<a href="https://www.google.com/search">https://www.google.com/search</a>
5	<i>Образовательный портал</i>	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>	<a href="http://www.uceba.com/">http://www.uceba.com/</a>

**6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины**

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки приложений	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	NI Academic Site License – Multisim Teaching Only (Smai)	Пакет программного обеспечения для графического программирования и проектирования	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
4	NI Academic Site License – LabVIEW Teaching and Research (Smai)	Пакет программного обеспечения для графического программирования и проектирования	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
5	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
6	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регу-

			<p>лятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)</p>
		<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</p>	<p>доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера</p>
		<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</p>	<p>проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС -23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических вол-</p>

			нах", фотоколориметр КФК-3-01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС -23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3-01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, учебные стенды: "ЭС-24 Исследование однофазного инвертора ведомого сетью", "ЭС 1А/1 Маломощный блок питания", "ЭС-16 Однофазный регулируемый выпрямитель на тиристорах", "Управляемый выпрямитель", "Управляемый преобразователь-двигатель", "Реверсивный преобразователь постоянного тока", "Цифровой тиристорный регулятор", "ЭС-18 Исследование однофазного автономного инвертора тока", "ЭС 5А Стенд регулируемых трехфазных выпрямителей", стенды учебная техника (2 шт.)

		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера
3	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем» (Компьютерный класс с выходом в Интернет)	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
4	Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран, доска магнитно-маркерная
5	Контактные часы во время аттестации	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем» (Компьютерный класс с выходом в Интернет)	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор

## 8. 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, предусмотренной образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

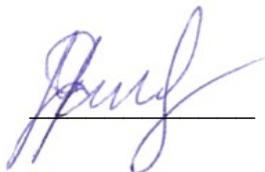
- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются 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 обучаю-

щихся 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.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №877.

Автор:



д.ф.-м.н., доц. Калимуллин Р. И.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ПЭС от 27.10.2020 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой ПЭС



д.ф.-м.н., проф. Голенищев-Кутузов А. В.

На заседании методического совета ИЭЭ от 28.10.2020 г., протокол №3 программа рекомендована к утверждению.

Директор ИЭЭ



д.т.н., проф. И.В. Ившин

